

Aus der/dem Klinik und Poliklinik / Institut für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
(Direktor Univ.- Prof. Dr. Wendt)  
der Universitätsmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Thema: Erholung psychomotorischer und kognitiver Leistungen  
bei ambulanten Patienten nach Allgemeinanästhesie**

## **Inaugural - Dissertation**

zur  
Erlangung des akademischen  
Grades  
Doktor der Medizin  
(Dr. med.)  
der  
Universitätsmedizin  
der  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität  
Greifswald  
2013

vorgelegt von:  
Danika Städing (geb. Rimasch)

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reiner Biffar

1. Gutachter: PD Dr. med. Taras Usichenko

2. Gutachter: PD Dr. med. Dragan Pavlovic

Ort, Raum:

Greifswald, Fleischmannstraße 42-44

Besprechungsraum 334 der Klinik und Poliklinik für Anästhesie und Intensivmedizin

Tag der Disputation: 06.03.2014



# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Literaturübersicht</b>   | <b>3</b>  |
| 2.1      | Notwendigkeit der Quantifizierung der Erholung nach ambulanter Chirurgie .. | 3         |
| 2.2      | Methoden zur Quantifizierung psychometrischer Funktion .....                | 10        |
| 2.2.1    | Reaktionstests.....   | 12        |
| 2.2.2    | Kurzzeitgedächtnistest - Zahlennachsprechen .....                           | 25        |
| 2.2.3    | Konzentrationstest - d2-Test .....  | 27        |
| <b>3</b> | <b>Ziel der Studie</b> .....  | <b>29</b> |
| <b>4</b> | <b>Material und Methoden</b> .....  | <b>30</b> |
| 4.1      | Studiendesign.....  | 30        |
| 4.2      | Teilnehmer .....  | 30        |
| 4.3      | Auswahlkriterien.....   | 31        |
| 4.3.1    | Einschlusskriterien .....   | 31        |
| 4.3.2    | Ausschlusskriterien .....   | 31        |
| 4.3.3    | Abbruchkriterien .....  | 31        |
| 4.4      | Durchführung.....   | 32        |
| 4.4.1    | Allgemeinanästhesie und postoperative Führung .....                         | 33        |
| 4.4.2    | PADSS-Score.....  | 33        |
| 4.4.3    | Test-1: Zahlennachsprechen.....   | 33        |
| 4.4.4    | Test-2: d2-Test .....   | 35        |
| 4.4.5    | Test-3: 4-choice-reaction-time .....  | 37        |
| 4.4.6    | Weitere Erhebungen.....   | 39        |
| 4.4.7    | Testablauf.....   | 40        |
| 4.5      | Erfasste Parameter .....  | 42        |



|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.6      | statistische Methoden.....                              | 43        |
| <b>5</b> | <b>Ergebnisse .....</b>                                 | <b>44</b> |
| 5.1      | Studiendaten.....                                       | 44        |
| 5.2      | Teilnehmermerkmale .....                                | 46        |
| 5.3      | PADSS Score .....                                       | 47        |
| 5.4      | Kreislaufparameter.....                                 | 47        |
| 5.5      | Narkosedaten.....                                       | 50        |
| 5.6      | Schmerzintensität.....                                  | 51        |
| 5.7      | Piritramidverbrauch .....                               | 52        |
| 5.8      | Sedierung .....   | 53        |
| 5.9      | Übelkeit und Erbrechen .....                            | 53        |
| 5.10     | Test-1 Kurzzeitgedächtnis .....                         | 54        |
| 5.11     | Test-2 Konzentrationstest .....                         | 55        |
| 5.12     | Test-3 Reaktionszeit.....                               | 57        |
| 5.13     | Subgruppenvergleiche in der Patientengruppe .....       | 59        |
| 5.13.1   | Altersunterschiede der Testwerte .....                  | 59        |
| 5.13.2   | Piritramiderhalt als abhängige Variable.....            | 61        |
| 5.13.3   | postoperativer PADSS-Score als abhängige Variable ..... | 62        |
| 5.14     | Korrelationen der Reaktionszeit .....                   | 63        |
| 5.15     | Korrelationen des PADSS-Score .....                     | 66        |
| <b>6</b> | <b>Diskussion.....</b>                                  | <b>67</b> |
| 6.1      | Hauptergebnisse.....                                    | 67        |
| 6.2      | Vergleich zu anderen Studien .....                      | 69        |
| 6.3      | Methodische Aspekte der Studie .....                    | 70        |
| 6.4      | Schlussfolgerung / Ausblick .....                       | 71        |
| <b>7</b> | <b>Zusammenfassung .....</b>                            | <b>72</b> |

|  |      |
|--|------|
| <b>Abbildungsverzeichnis</b> .....     | IV   |
| <b>Tabellenverzeichnis</b> .....       | V    |
| <b>Literaturverzeichnis</b> .....      | VI   |
| <b>Publikationen</b> .....             | XIV  |
| <b>Anhang</b> .....                    | XV   |
| <b>Eidesstattliche Erklärung</b> ..... | XXIX |
| <b>Danksagung</b> .....                | XXX  |

# **1 Einleitung**

Die kognitive Funktion ist ein komplexer Prozess des menschlichen Denkens, Wahrnehmens, Fühlens, Urteilens, Wollens und Handelns, wobei es bisher als fast unmöglich galt, Störungen mit einem einfachen Test zu erfassen [28, 55].

Es wäre jedoch sinnvoll, eine einfache Methode nutzen zu können im Hinblick auf Entlassungsfähigkeit, gerade bei steigenden Zahlen an ambulanten Operationen.

Der Fortschritt hinsichtlich verbesserter Anästhetika, Analgetika und die Entwicklung minimal-invasiver Operationstechniken machte eine steigende Anzahl an ambulanten Operationen möglich [53, 82]. Organisation, Qualitätssicherung sowie auch Qualitätsmanagement sind bei der Abwicklung von ambulanten Operationen immer mehr gefragt. Eine komplikationslose Operation und eine effektive Anästhesie während des Eingriffs sind genauso wichtig, wie die postoperative Erholung davon, insbesondere wenn die Patienten am selben Tag noch nach Hause gehen.

Für das ambulante Operieren gibt es eine Reihe von Kriterien, die erfüllt werden müssen. Der Bundesverband für Ambulantes Operieren e.V. hat hierfür Voraussetzungen und Leitlinien herausgegeben [13]. U.a. wurden Kriterien der OP-, Patienten-, räumlichen sowie der Personal-Eignung, der ambulanten Durchführbarkeit, der Patientenerfassung und Entlassungs-Kriterien festgelegt. Neben physiologisch-messbaren Parametern, wie stabilen Herz-/ Kreislaufverhältnissen spielen auch andere subjektiv zu entscheidende Kriterien eine Rolle für die Entlassungsfähigkeit. Es gibt einige Entlassungsscores [20, Review 32]. Chung et al. [20] erweiterte 1995 den Aldrete-Score [1] von 1970 und modifizierte diesen für die Entlassungsfähigkeit nach Hause. Es entstand als Score-System das sog. PADSS – Postanaesthesia discharge scoring system. Bei den Entlassungsscores spielen psychometrische Tests eher keine Rolle zur Beurteilung psychomotorischer Beeinträchtigungen. Es werden Kriterien wie Vitalzeichen, Gang, mentaler Status, Schmerzen, Übelkeit/Erbrechen, Blutung und Ein- und Ausfuhr berücksichtigt, um im klinischen Alltag die Entlassungsfähigkeit zu bestätigen. Zur Forschung von pharmakologischen Beeinträchtigungen durch Medikamente hingegen, kommen eher Testverfahren, wie Reaktionstests und andere Leistungstests, zur Quantifizierung psychomotorischer Beeinträchtigungen zur Anwendung. Ein Beispiel sei die

Untersuchung von kognitiv-motorischen Beeinträchtigungen von Methadon-Patienten [77] oder nach Benzodiazepin-Einnahme [52].

In der vorliegenden Studie wurde an ambulanten Patienten nach Allgemeinanästhesie ein gängiger Entlassungsscore (PADDS) und kognitiv-psychometrische Testverfahren, einer davon ein 4-fach-Wahl-Reaktionstest (4-choice-reaction-time), untersucht. Alle Untersuchungen fanden drei Mal zu drei festen Zeitpunkten statt. Verglichen wurden die Werte mit denen von gesunden Probanden, die keine Operation erhielten und ebenfalls die Tests zu drei nacheinander folgenden Zeitpunkten absolvierten. Des Weiteren wurde untersucht, in wie weit der Reaktionstest mit den anderen kognitiven Testverfahren und dem Entlassungsscore korreliert.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Notwendigkeit der Quantifizierung der Erholung nach ambulanter Chirurgie

#### Definitionen und internationale Entwicklung ambulanter Operationen

In Deutschland wird allgemein ambulantes Operieren definiert als ein Eingriff, bei dem der Patient die Nacht vor und nach dem Eingriff zuhause verbringt [81]. Diese Definition ist international durchaus unterschiedlich und wird durch die jeweiligen nationalen Gegebenheiten stark beeinflusst [14]. Die teilweise erheblichen unterschiedlichen Prozentsätze der ambulanten Operationszahlen bezogen auf alle OPs der verschiedenen Länder haben teilweise etwas mit der Definition und Organisation zu tun. Während z.B. ca. 80% der operativen Eingriffe in Kanada, England und den USA ambulant durchgeführt werden, sind es in Deutschland ca. 40% (2003: 37% [11]) [16]. Im Juli 2000 wurde im Vereinigten Königreich (UK) durch den National Health Service (NHS) ein Ziel gesetzt, dass 75% aller elektiven Eingriffe ambulant erfolgen sollten. Dieses Ziel wurde stark debattiert, ist aber erreicht worden [76]. In der angloamerikanischen Literatur wird die Bezeichnung „day surgery“ oder „ambulatory surgery“ verwendet, wobei damit Eingriffe in so genannten „outstanding units“ mit eingeschlossen sind. Es wird zwischen Einheiten innerhalb und außerhalb des Krankenhauses unterschieden. Insbesondere in den USA ist eine Anbindung dieser Einheiten an benachbarte Hotelbetriebe nicht unüblich. Die Grenze zu einer stationären Vorgehensweise ist damit sehr fließend und die Anzahl an ambulanter Operationen damit größer [15, 86]. Dies ist unter anderem zurückzuführen auf die Einführung der finanziellen Abrechnung mittels Diagnosebezogener Fallgruppen (diagnosis-related groups - DRG) 1983 in den USA. Dadurch wurde ein ökonomischer Anreiz geschaffen, mehr ambulant zu operieren. Ein weiterer Grund ist die Kostenersparnis gegenüber stationären Eingriffen in Ländern mit hohem Selbstbehalt, wie z.B. in den USA, der ebenfalls zum Anstieg ambulanter Operationen führte [53].

### Entwicklung in Deutschland

Bereits 1981 wurde in Deutschland im Zuge der Kostendämpfung eine gezielte Abrechnung ambulanter Operationen im niedergelassenen Bereich eingeführt [81]. Steigende Kosten im Gesundheitswesen verursacht u.a. durch Zunahme der Lebenserwartung, Zunahme der medizinisch-technischen Untersuchungs- und Behandlungsverfahren in Zusammenhang mit dem stets ansteigenden Anspruch an die Leistungen der Medizin führten zu Überlegungen, deren Ziel Einsparungen ohne Qualitätsverlust waren [48]. Durch das Gesundheitsstrukturgesetz im Dezember 1992 [39] wurden Krankenhäuser ebenfalls ermächtigt zu ambulanten Operationen nach § 115b Abs. 1 SGB V. Vor allem die Unterscheidung in voll-, teil-, vor- und nachstationäre sowie ambulante Krankenhausbehandlung ermöglichte Vorteile für die Patienten durch kürzere stationäre Aufenthalte aber auch ökonomische Vorteile durch Reduktion bzw. längerfristige Stabilität der Ausgaben der gesetzlichen Krankenkassen [4, 81]. Das Interesse des Patienten am Verbleib in der häuslichen Umgebung wurde versucht zu berücksichtigen bei gleichzeitig enger verzahnter, besser abgestimmter und bei gegebener Qualität auch kostengünstiger medizinischer Leistung [81]. Während insgesamt ein Rückgang ambulanter Operationen bei gesetzlich Versicherten deutschlandweit bis 2004 zu verzeichnen war, war eine Zunahme an ambulanten Operationen in Krankenhäusern zu verzeichnen [16].

Die Zahl der ambulanten Operationen in Deutschland in Krankenhäusern stieg im Vergleich von 2002 zu 2009 um ca. 215 % an. Im Vergleich von 2008 zu 2009 waren es insgesamt 3,2% mehr ambulante Operationen, dabei knapp 1,0% mehr Fälle ambulanter Operationen in Krankenhäusern bei gesetzlich Krankenversicherten (siehe Tab. 1) [80]. Die Quote der ambulanten Operationen an der Gesamtoperationszahl betrug 2003 in Deutschland 37 % [11]. Im Vergleich von vollstationären zu ambulanten Eingriffen liefen 2008 in Deutschland etwa 10% ambulant an den Krankenhäusern.

**Tab. 1:** ambulante Operationen Deutschland [80] © Statistisches Bundesamt (Destatis) 2011

| Jahr           | Behandlungsfälle <sup>1)</sup> |               |              |               | Ambulante<br>Operationen |
|----------------|--------------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------------------|
|                | vollstationär                  | teilstationär | vorstationär | nachstationär |                          |
|                | Anzahl                         |               |              |               |                          |
| 2002           | 17 432 272                     | 376 473       | 1 169 529    | 747 206       | 575 613                  |
| 2003           | 17 295 910                     | 502 470       | 1 417 411    | 755 096       | 724 310                  |
| 2004           | 16 801 649                     | 511 137       | 1 670 652    | 661 274       | 1 160 573                |
| 2005           | 16 539 398                     | 527 213       | 1 965 027    | 654 277       | 1 371 708                |
| 2006           | 16 832 883                     | 623 657       | 2 266 670    | 703 488       | 1 513 716                |
| 2007           | 17 178 573                     | 675 082       | 2 714 169    | 781 197       | 1 638 911                |
| 2008           | 17 519 579                     | 702 649       | 2 991 986    | 820 371       | 1 758 305                |
| 2009           | 17 817 180                     | 667 093       | 3 298 544    | 875 259       | 1 813 727                |
| Vergleichsjahr | Veränderung in %               |               |              |               |                          |
| 2008           | 1,7                            | -5,1          | 10,2         | 6,7           | 3,2                      |
| 2002           | 2,2                            | 77,2          | 182,0        | 17,1          | 215,1                    |

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der 1. Novellierung der KHStatV (01.01.2002) wurde lediglich die Anzahl der aus teilstationärer Behandlung entlassenen Patientinnen und Patienten erhoben.

### Organisationsaspekte der ambulanten Chirurgie - Entlassungsscores

Für die medizinische Versorgung spielen systematisch entwickelte Leitlinien eine wachsende Rolle, die den gegenwärtigen Wissensstand wiedergeben und bei Behandlungsentscheidungen Ärztinnen und Ärzten sowie Patientinnen und Patienten eine Orientierungshilfe bieten. Dazu spielt auch das Qualitätsmanagement in vielen Bereichen eine immer größere Rolle. In Zukunft werden verstärkt übergreifende, kooperative Qualitätsmanagementsysteme notwendig sein, welche an den Schnittstellen zwischen ambulanter, stationärer und rehabilitativer Versorgung einerseits, zwischen ärztlichen und nichtärztlichen Diensten und Leistungsanbietern andererseits ansetzen [65]. Die Verzahnung von interdisziplinären ärztlichen und nichtärztlichen Dienstleistungen spielt auch im Bereich des ambulanten Operierens eine wichtige Rolle. Nicht jeder operativer Eingriff ist ambulant durchführbar und zugelassen und nicht jeder Patient ist dafür geeignet. Um ambulant operieren zu können, müssen einige Auswahlkriterien erfüllt werden. Neben räumlichen- und personellen Gegebenheiten müssen auch andere Bedingungen, wie die Eignung zur ambulanten Durchführung der Operation sowie die dazugehö-

rige Patienten-Eignung und geeignete Entlassungskriterien gegeben sein (siehe Tab. 2) [13].

**Tab. 2:** Kriterien für ambulant Operieren  
(Leitlinie des Verbandes Ambulantes Operieren e.V.) [13]

| Eignung einer OP  | Patienten-Eignung  | Räumliche Eignung   |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimales Risiko für Nachblutung</li> <li>• Minimales Risiko Atmungs-Komplikation</li> <li>• Keine spezielle Pflegebedürftigkeit nach OP</li> <li>• Rasche Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme nach OP möglich</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soziale Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einwilligung</li> <li>- Heimtransport, 24h Überwachung durch verantwortliche Person</li> <li>- Telefonische Verbindung</li> <li>- Wohnung mit Minimalstandard</li> <li>-</li> </ul> </li> <li>• Medizinische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsicht</li> <li>- Körperlich und seelisch stabiler Patient</li> <li>- Kein Übergewicht in extremer Form</li> <li>- Allgemeinzustand</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geeignete Räumlichkeiten entsprechend Empfehlung DGAI</li> <li>• Enge Anbindung an Parkmöglichkeiten, Verfügbarkeit von Rollstühlen</li> <li>• Enge Anbindung an stationäre Aufnahmebereiche</li> </ul>  |
| Personal-Eignung  | Patientenerfassung   | Entlassungs-Kriterien   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrene Narkose-Ärzte</li> <li>• Qualifiziertes Pflegepersonal</li> <li>• Ausgebildetes OP-Personal</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitlinien für anästhesiologische Voruntersuchung</li> <li>• Leitlinie postoperative Überwachung</li> <li>• Aufklärungs- und Einwilligungsverfahren</li> <li>• Nüchternheitsgebot</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vital-Zeichen</li> <li>• Orientierung des Patienten</li> <li>• Ausreichende Schmerztherapie</li> <li>• Fähigkeit des Patienten sich anzuziehen, herumzugehen</li> <li>• Übelkeit, Erbrechen oder Benommenheit minimal</li> <li>• Aufnahme Flüssigkeit ohne Erbrechen möglich</li> <li>• Minimale Blutung/Wundsekret</li> <li>• Fähigkeit Harnblase zu entleeren</li> <li>• Begleitperson</li> <li>• Entlassung durch OP-Arzt und Narkose-Arzt</li> <li>• Instruktionen zur Nachsorge</li> <li>• Kontaktadresse für Notfälle</li> <li>• Mündliche und schriftliche Warnung 24 h nach Eingriff einen Wagen zu fahren, Abschlüsse jeglicher Art vorzunehmen oder Alkohol/Beruhigungsmittel zu nehmen</li> </ul> |



Schon Aldrete und Kroulik publizierten 1970 [1] einen Artikel über einen Entlassungsscore nach OP für die Entlassung auf Normalstation mit Vergabe von null bis zwei Punkten für Aktivität, Atmung, Kreislaufverhältnissen, Bewusstsein und Hautfarbe (als Zeichen der Perfusion) mit einer maximal erreichbaren Punktzahl von 10. Chung et al. [18, 20] erweiterte und verbesserte den Aldrete-Score 1995 für ambulante Eingriffe hinsichtlich der Entlassbarkeit in die Häuslichkeit. Es wurde ein Score-System entwickelt, der sog. Entlassungsscore PADSS (Postanaesthesia Discharge Scoring System), welcher bis heute für die Entlassungsfähigkeit berücksichtigt wird [54].

### *PADSS-Score*

Das „Postanaesthesia Discharge Scoring System“ (PADSS) für ambulante Eingriffe ist ein Score, der die Entlassungsfähigkeit beurteilt. Der Score setzt sich aus fünf Hauptkategorien (Vitalzeichen, Schmerzen, Blutung im OP-Bereich, Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme, Übelkeit und Erbrechen) zusammen, für die man jeweils minimal null und maximal zwei Punkte verteilen kann (siehe Tab. 3). Insgesamt sind somit maximal 10 Punkte erreichbar. Für die Entlassung nach Hause, ist die Erfüllung von neun oder zehn Punkten nötig [18].

Tab. 3: PADSS-Score

| Kategorie              | Status  | PADSS Score |
|------------------------|---|-------------|
| Vitalparameter         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Änderung innerhalb 20% vom präoperativen Wert</li> <li>- Änderung innerhalb 20-40% vom präoperativen Wert</li> <li>- Änderung &gt; 40% vom präoperativen Wert</li> </ul> | 2<br>1<br>0 |
| Bewegung und Gang      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerader Gang, kein Schwindel</li> <li>- Gehen mit Unterstützung</li> <li>- Gehen nicht möglich, Schwindel</li> </ul>   | 2<br>1<br>0 |
| Übelkeit und Erbrechen | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimal, keine Medikamente</li> <li>- Moderat, parenterale medikamentöse Therapie</li> <li>- Anhaltend nach wiederholter Therapie</li> </ul>                             | 2<br>1<br>0 |
| Schmerzen              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Akzeptabel, keine Medikamente</li> <li>- Einigermassen akzeptabel</li> <li>- Nicht akzeptabel für den Patienten</li> </ul>   | 2<br>1<br>0 |
| Blutung im OP-Gebiet   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimal, kein Wechsel der Sachen nötig</li> <li>- Moderate Blutung</li> <li>- Starke Blutung</li> </ul>  | 2<br>1<br>0 |

Allerdings gibt es einen Fallbericht, in dem ein Patient ASA-Klasse I nach ambulanter Operation (ambulante Arthroskopie) und Aufklärung über die Notwendigkeit einer Begleitperson für sicheres Geleit nach Hause trotzdem inkompliant selbst Auto fuhr und durch einen Verkehrsunfall querschnittsgelähmt blieb. Der Anästhesist und Orthopäde wussten von der fehlenden Begleitperson und entschieden, die Prozedur trotzdem in Lokalanästhesie durchzuführen. Durch Agitiertheit während des Eingriffs wurde der Einsatz von Sedativa und niedrig dosiertem Narkotikum (Propofol) nötig, der Patient war jedoch während des gesamten Eingriffs bei Bewusstsein. Zum Entlassungszeitpunkt konnte der Patient herumgehen und essen und wurde folglich entlassen. Der Anästhesist wurde per Gericht für schuldig gesprochen, dass er den Patienten ohne Begleitung selbst nach Hause fahren lassen hat [19]. In einem anderen Fall war es ähnlich, eine Patientin ASA-Klasse I wurde auch trotz Aufklärung über Notwendigkeit einer Begleitperson

und Fehlen dieser nach Kürretage bei Frühschwangerschaft nur unter Lokalanästhesie und 1 mg Lorazepam als Prämedikation entlassen und verursachte ebenfalls einen Autounfall [19].

Diese Berichte zeigen, dass gängige Entlassungsparameter, wie die Fähigkeit herumzulaufen, Nahrungsaufnahme und sogar fehlende Unterbrechung des Bewusstseins keine ausreichenden Hinweise auf kognitive Einschränkungen postoperativ sind und es deshalb wichtig ist, noch psychomotorische Funktion zu messen und zu beurteilen.

## **2.2 Methoden zur Quantifizierung psychometrischer Funktion**

Das Ziel von postoperativen Messungen mentaler Funktion ist einmal den Grad der Erholung von der Anästhesie durch Einschätzung der residualen Effekte zu bestimmen oder mentale Veränderungen zu entdecken, die durch den Prozess der Anästhesie und des Eingriffs entstehen können. Diese Veränderungen können durch die Anästhetika selbst oder aber durch andere Faktoren wie mentaler Stress und körperliche Beeinträchtigung entstehen. Endpunkte und psychometrische Testmethoden waren in bisherigen Studien hierbei verschieden (siehe Tab. 4). Ziel der Untersuchungen können klinische Endpunkte sein, wie z.B. die Prüfung auf „Straßentauglichkeit“ bei ambulanten Patienten nach Vollnarkose oder experimentelle Einschätzung von Medikamenteneinflüssen [28].

**Tab. 4:** Unter anderem eingesetzte psychometrische Testverfahren in folgend erwähnten Studien (aufgeführt ab 1990)

| Name des Tests   | Abkürzung | Messparameter                     | Referenz                      |
|--|-----------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Simple reaction time                                   | SRT       | Einfachreaktionszeit              | 5, 26, 30, 34, 35, 77         |
| Choice reaction time                                   | CRT       | Wahlreaktionszeit                 | 6, 26, 30, 49, 77, 83, 87, 91 |
| Fahrsimulator  |           | Tracking Leistung                 | 8, 38, 41, 68, 77, 91         |
| Aufmerksamkeitsbelastungstest<br>d2 (Durchstreichtest) | d2        | Aufmerksamkeit                    | 38, 62, 63                    |
| Digit Span   | DS        | Kurzzeitgedächtnis                | 5                             |
| Digit Symbol Substitution Test                         | DSST      | Psychomotorische Leistung         | 6, 34, 35                     |
| Dichotic Listening Test                                | DLT       | Aufmerksamkeit                    | 29                            |
| IQ-Tests   | IQ        | Intelligenzquotient               | 23, 25                        |
| Buchstaben-Durchstreichtest                            |           | Aufmerksamkeit                    | 87, 91                        |
| Labyrinth aus Linien                                   |           | Visuelle Strukturierungs-Leistung | 77                            |
| Tachistoskopische Wahrnehmung                          |           | Aufmerksamkeit                    | 41, 77                        |
| Räumliches Kurzzeitgedächtnis                          |           | Kurzzeitgedächtnis                | 41                            |
| Manuelle Geschicklichkeit                              |           | Feinmotorik                       | 87, 91                        |

### 2.2.1 Reaktionstests

Die Reaktionszeit besteht im Allgemeinen aus der Zeitspanne zwischen Darbietung eines Reizes, sensorischer Aufnahme des Reizes, Reizverarbeitung und motorischer Antwort [21]. Sie ist nach Dorsch die Zeit, die zwischen einem Signal und dem Beginn der mechanischen Bewegungsantwort vergeht, unter der Instruktion, möglichst schnell zu reagieren [27]. Ein Reaktionstest ist die Messung der Reaktionszeit und ist eine Methode der Psychologie um Mechanismen zu erforschen, die für die Verarbeitung von Informationen verantwortlich sind [84]. Die Reaktionszeit eines Menschen ist abhängig von der Kognition und dem Bewusstsein eines Menschen, Kognition kann hierbei als Informationsverarbeitungsprozess verstanden werden. Die kognitive Leistungsfähigkeit ist abhängig von der Wahrnehmung durch die Sinnesorgane, durch das Arbeitsgedächtnis, das Lernen und Erinnern sowie der Motivation und Konzentration [66, 93].

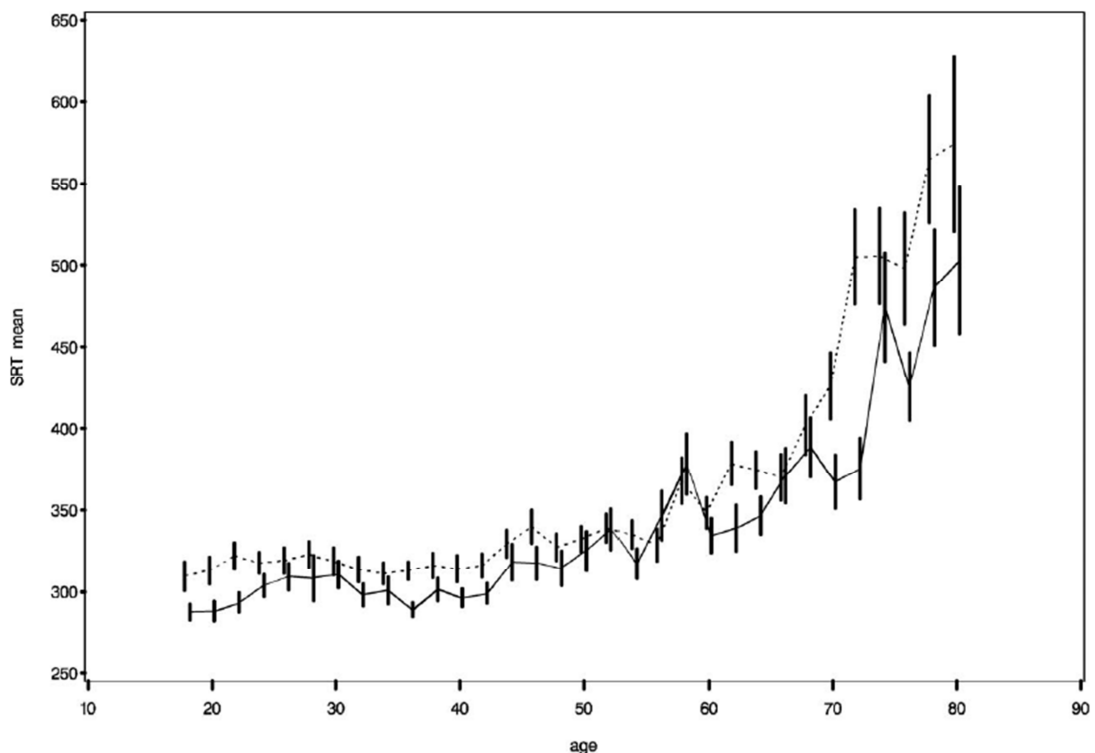
#### präklinische Untersuchungen mit Reaktionstests:

Reaktionstests als Messinstrument kognitiver Funktionen haben eine lange Geschichte, die mindestens bis ins 19te Jahrhundert zurückgeht, wo Galton einen Reaktionstest als Teil einer Testbatterie in seiner anthropometrischen Arbeit [61] nutzte. Sie haben sich bis ins heutige Zeitalter durchsetzen können, u.a. aufgrund ihrer Einfachheit im Aufbau, Durchführung und Einweisung im Vergleich zu anderen kognitiven Tests [26], oftmals werden sie parallel zu anderen Testverfahren innerhalb sog. Testbatterien genutzt. Allerdings gibt es keinen einheitlich im Aufbau und Durchführung konstruierten Test, den alle Studien verwendeten, somit sind die Ergebnisse nicht immer direkt untereinander vergleichbar.

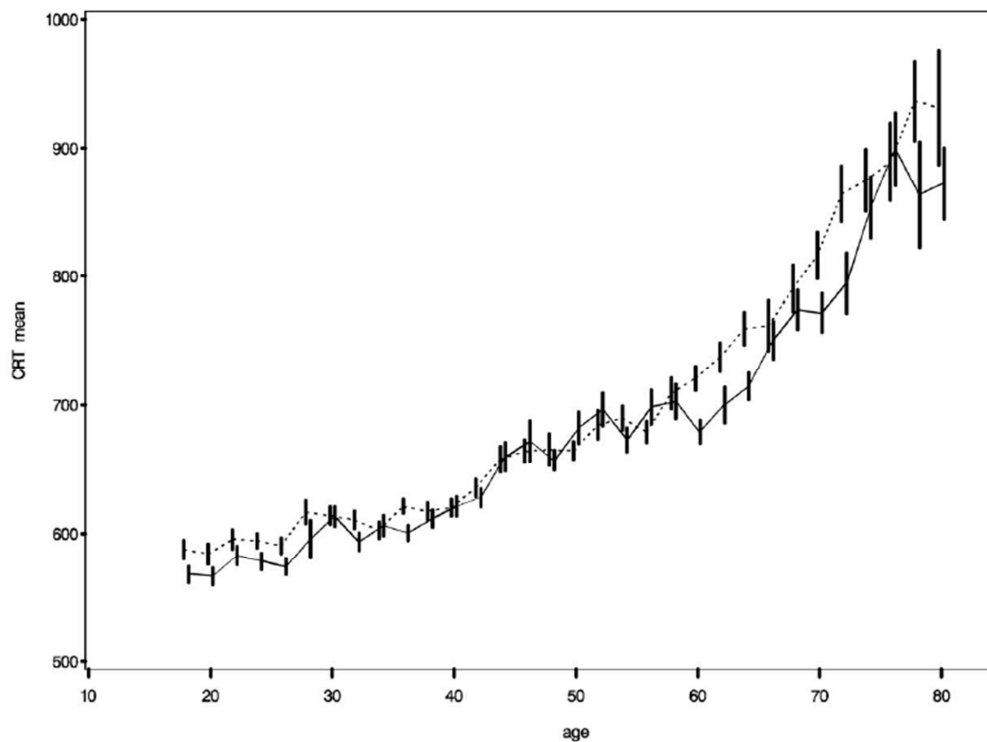
Reaktionstests können einfach gestaltet sein, wenn nur die Diskriminierung eines vorhandenen oder nicht vorhandenen Reizes stattfindet als Einfachwahlreaktionstest (simple reaction time = SRT) oder komplizierter sein, wenn abhängig vom variablen Signal eine dementsprechende Reizantwort gegeben werden muss, als Mehrfachwahlreaktionstest (choice reaction time = CRT) [28].

Es wurden bereits Studien zu Reaktionszeiten in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Bildung durchgeführt. Houx und Jolles untersuchten dies 1993 [46]. Mit zunehmendem Alter waren die Reaktionszeiten höher, Männer waren hier konsequent schneller als Frauen und besser ausgebildete Probanden schneller als mit geringer oder mittlerer Bildung.

Weiterhin konnten Zusammenhänge zwischen der Reaktionszeit und dem Alter sowie auch Geschlecht von Der und Deary 2005 festgestellt werden [26]. Die Forschungsgruppe um Der re-analysierte Daten einer großen Studie Health and Lifestyle Survey (HALS) durchgeführt an 7130 Teilnehmern mit dem Ziel, die Beziehungen zwischen Lebensstil und Verhalten sowie dessen Einfluss auf die Gesundheit einer großen repräsentativen erwachsenen britischen Bevölkerung darzustellen (Huppert 1987). Der veröffentlichte 2006 dazu den Artikel „Sex Difference in Reaction Time in Adulthood: Results From United Kingdom Health and Lifestyle Survey“ [26]. Die Analyse zeigte einen Zusammenhang zwischen dem Alter und der einfachen Reaktionszeit sowie der Mehrfachwahlreaktionszeit (4-choice-reaction-time). Die einfache Reaktionszeit änderte sich kaum bis zu einem ungefähren Alter von 50 Jahren, mit ca. 50-80 Jahren wurde der Anstieg der Kurve stetig steiler (siehe Abb. 1). Am größten waren die Alters- und Geschlechtsunterschiede der Reaktionszeiten beim Mehrfachwahlreaktionstests, die 4-choice-reaction-time nahm mit steigendem Alter durchgehend zu und wurde variabler (siehe Abb. 2) [26].



**Abb. 1:** Einfachwahl-Reaktionszeit in Millisekunden aufgeteilt nach Alter, n= 7130, Mittelwert und Standardfehler. Durchgezogene Linie = Männer; gestrichelte Linie = Frauen. Die Ergebnisse für Männer und Frauen wurden entlang der x-Achse etwas versetzt, sodass die Standardfehlerbalken besser zu sehen sind. SRT= simple reaction time (Einfachwahlreaktionszeit) [26].



**Abb. 2:** Mehrfachwahl-Reaktionszeit in Millisekunden aufgeteilt nach Alter,  $n = 7130$ , Mittelwert und Standardfehler. Durchgezogene Linie = Männer; gestrichelte Linie = Frauen. Die Ergebnisse für Männer und Frauen wurden entlang der x-Achse etwas versetzt, sodass die Standardfehlerbalken besser zu sehen sind. CRT= Choice reaction time (Mehrfachwahlreaktionszeit) [26].

Von Deary und Der wurde sogar der Zusammenhang zwischen Reaktionszeit und IQ u.a. in Assoziation mit Tod untersucht und gezeigt, dass die Reaktionszeit ein besserer Prediktor für das Outcome Mortalität ist, als der in der Studie genutzte Intelligenztest Alice Heim 4 Test für „General Intelligence“ (Heim,1970 [43]) [21, 23]. Desweiteren konnte auch ein positiver Zusammenhang zwischen zunehmendem Alter und der Verschlechterung kognitiver Funktion gemessen in Form zweier Tests (Raven’s Progressive Matrices und Logical Memory) durch Der gezeigt werden [25].

Fleishman et al. analysierte 1958 in einer Serie von Untersuchungen verschiedene Reaktionstestaufbauten bei Piloten im Hinblick auf motorische Fähigkeiten [36]. Die Untersuchung zeigte, dass sich die einzelnen Teilzeiten der Reaktionszeit zusammensetzten aus „Reaktionszeit“ und „Geschwindigkeit der motorischen Reizantwort“ und diese variierten abhängig von der Art des Testaufbaus [28, 36]. Es konnte in verschiedene Fähigkeits-Kategorien für die Absolvierung komplexer Reaktionstests unterschieden



werden und gezeigt werden, dass der Faktor Reaktionszeit, Geschwindigkeit der Arm-bewegung und Arm-Hand-Stabilität bei Zunahme an Komplexität der Testaufbauten kaum die Absolvierung beeinflussten hinsichtlich der Reaktionszeit [36]. Er konnte zeigen, dass individuelle Unterschiede der Reaktionszeit unabhängig davon sind, ob der Reiz auditorisch oder visuell ist.

Als Schluss für die vorliegende Studie könnte man daraus ziehen, dass Veränderungen der Reaktionszeit bei einem Testaufbau aus visuellem und auch auditorischen Reiz und hauptsächlich aus Bewegungen, die nachweislich kaum die motorische Absolvierung beeinflussen, also aus Armbewegung bzw. Arm-Hand-Bewegung, auf andere als o.g. ursächliche Faktoren zurückzuführen wären, wie z.B. auf kognitive Störung oder Paralyse, da Fleishman et al. gezeigt hat, dass die o.g. Parameter relativ wenig die Absolvierung beeinflussten.

Im Vergleich von Mehrfachwahlreaktionstest zu Einfachwahlreaktionstests nimmt die Reaktionszeit nicht-linear mit der Anzahl der möglichen Reizantworten zu (Drummond 1975 [28]).

Dykiert et al. untersuchte 2012 Geschlechtsunterschiede und intraindividuelle Variabilität des Einfachwahlreaktionstests im Vergleich zum Mehrfachwahlreaktionstest und konnte feststellen, dass Männer signifikant schneller im Einfachwahlreaktionstest waren und kein Geschlechtsunterschied beim Mehrfachwahlreaktionstest zu finden war [31].

In einer Metaanalyse und Review, ebenfalls von Dykiert et al. 2012 über Altersunterschiede im Einfachwahl- und Mehrfachwahlreaktionstest, stellte sich eine Verschlechterung beider Reaktionstests mit zunehmendem Alter dar, stärker jedoch für den Mehrfachwahlreaktionstest [30].

### Klinische Untersuchungen mit Reaktionstests:

Als eine der ersten Studien publizierte Hendry et al. 1963 im British Journal of Anaesthesia einen Artikel "objective measurement of sedation - the reaction timer" [44], in dem er den Effekt von Sedierung auf die Reaktionszeiten an 113 Patienten verglich mit einem bis dahin etablierten Scoring System beschrieben durch Nisbet und Norris (Eindruck des Patienten, Beurteilung durch einen geschulten Beobachter, objektive Messung physischer Zeichen) [59]. Er führte die Untersuchung durch, da bis dato kein Test als einziger objektiv den Grad der Sedierung messen konnte und man sich erhoffte, durch die Unterschiede in der Reaktionszeit eine Aussage über den Grad der Sedierung machen zu können im Vergleich zu der Reihe von Tests des Scoring Systems. Das Scoring System teilte die Sedierung in drei Gruppen ein: „gut“, „mittelmäßig“ und „schlecht“. Die Patienten erhielten randomisiert eins von vier möglichen Narkotika bzw. unterschiedliche Dosierungen. 78 Prozent der Patienten, die nach dem Score als „gut“ sediert eingestuft wurden, wiesen auch längere Reaktionszeiten auf und die Korrelation zwischen dem Scoring System und dem Reaktionstest erwies sich hierbei als stärkste. Jedoch war kein Unterschied der Reaktionszeiten zwischen den Gruppen signifikant. Patienten, die als „mittelmäßig“ oder „schlecht“ sediert eingestuft wurden, zeigten zu 40 Prozent eine längere Reaktionszeit, jedoch war zwischen der „mittelmäßig“ und „schlecht“ sedierten Gruppe die Anzahl an Patienten mit verlängerter Reaktionszeit in etwa gleich. Dies wurde mit den unterschiedlichen individuellen Auswirkungen von weniger potenten Medikamenten und niedrigerer Dosierung zur Sedierung erklärt. Die Hauptlimitation des Reaktionstest als objektives Messinstrument der Sedierung wurde in der Studie darin gesehen, dass mit weniger potenten Medikamenten und kleineren Dosierungen die Sedierung weniger gut im Vergleich zum Scoring System erfasst wurde, da die Korrelation hier zum Reaktionstest schlechter ausfiel.

Allerdings muss man kritisch erwähnen, dass hier vier verschiedene Narkotika verwendet wurden, teilweise gleiche in unterschiedlichen Dosierungen und die Diskriminierung in nur drei Sedierungsgruppen stattfand und diese anhand eines teilweise subjektiven Scoring Systems [59].

Bei der klinisch postoperativen Untersuchung nach Thiopentalnarkose mit oder ohne arterieller Hypokapnie untersuchte Blenkarn et al. 1972 mit fünf psychometrischen Tests die kognitive Funktion (Einfach- und Wahlreaktionstest, visuelle Aufmerksamkeit, Buchstabenmerkttest, dichotisches Zuhören). Hierbei konnte kein Unterschied zwi-

schen der Narkose mit Hypo- und Normokapnie in allen Tests gefunden werden. Der einzig signifikante Unterschied zwischen den prä- und postanästhetischen Untersuchungen konnte im Mehrfachwahlreaktionstest gefunden werden [7], die Reaktionszeiten erreichten 24 Stunden nach Anästhesie wieder Ausgangswerte.

Kortilla et al. veröffentlichte 1976 eine Studie zur Untersuchung psychomotorischer Fähigkeiten nach Benzodiazepinapplikation unter Verwendung eines Wahlreaktionstests (CRT). Er konnte eine Beeinträchtigung der reaktiven Fähigkeiten bei Probanden mit Nahrungsaufnahme 3 h nach Injektion von Diazepam 0,3 mg/kg i.v. feststellen. Nach 6 h war die Reaktionszeit wieder vergleichbar mit der, vor Injektion unabhängig von der Nahrungsaufnahme zu einem späteren Zeitpunkt. Die Aufnahme von Mineralwasser ließ den Diazepam-Spiegel im Blut schneller sinken, andere Nahrungsmittel dagegen, insbesondere mit einem hohen Fettanteil, ließen den Spiegel verlängert im Blut mit einem Maximum ca. 2 h nach Nahrungsaufnahme. Kohleaufnahme konnte den Blut-Spiegel nicht schneller senken. Die Langzeiteffekte auf die Psychomotorik nach 6 h waren auf dem Level vor Injektion. Die Studie ließ Rückschlüsse zu, dass die Remobilisation von Diazepam eine späte psychomotorische Beeinträchtigung verursacht, insbesondere wenn die Nahrungsaufnahme weniger als 5 h nach Injektion erfolgte [52].

Scott et al. untersuchte 1983 postoperative psychomotorische Einschränkung verschiedener Anästhesieverfahren an Frauen mit gynäkologischen Kurzeingriffen mittels tragbarem 4-choice-reaction-Apparat und verglich die Ergebnisse mit einer Kontrollgruppe ohne stattgehabter Anästhesie, jede Gruppe bestand jeweils aus 13 Teilnehmern. Während unter verschiedenen Anästhesieverfahren (Thiopental oder Methohexital) die Reaktionszeit bis zu 8 Stunden verlängert war, war die Kontrollgruppe stetig mit jedem Durchgang besser. 24 h nach Anästhesie war kein Unterschied mehr in den unterschiedlichen Gruppen zu verzeichnen [72].

In der hier vorliegenden Studie wurde ebenfalls ein 4-choice-reaction Test verwendet und der Test an einer Kontrollgruppe ohne stattgehabter Anästhesie durchgeführt.

Specka et al. verglich 2000 mehrere Studien aus den Jahren 1970-1996 zum Thema methadonabhängiger Patienten hinsichtlich psychomotorischer Beeinträchtigung und führte selbst eine Untersuchung mit 54 Patienten im Vergleich zu einer Kontrollgruppe durch. Unter den acht verglichenen früheren Studien wurde in sechs die kognitiv und psychomotorische Beeinträchtigung mit unterschiedlich aufgebauten Reaktionstests gemessen, u.z. mit Einfachwahlreaktionstests (SRT) und Mehrfachwahlreaktionstests

(CRT) [77] (Gordon et al. 1970 [40], Rothenberg et al. 1977 [67], Gerhard et al. 1989 [37], Staak et al. 1993 [71], Kubitzki 1997 [78], Hornung et al. 1996 [45]).

Bei den hierbei betrachteten fünf Studien zur Einfachwahlreaktionszeit (SRT) konnte nur bei zweien von fünf (Gerhard et al. und Staak et al.) eine signifikant längere Reaktionszeit bei Patienten gesehen werden [77]. Bei zweien (Gordon et al. und Rothenberg et al.) konnte sogar eine schnellere Reaktionszeit bei methadonabhängigen Patienten festgestellt werden und nur bei einer Studie (Kubitzki et al.) konnte kein Unterschied hinsichtlich des Einfachwahlreaktionstest (SRT) gefunden werden. Beim Vergleich der fünf Studien zum Mehrfachwahlreaktionstest (CRT) wurden bei nur zwei von fünf Studien die reine Reaktionszeit als Parameter gewählt, hierbei konnte bei Gordon et al. in der Patientengruppe schnellere Reaktionszeiten und bei Hornung et al. langsamere Reaktionszeiten festgestellt werden. Als weiteren Parameter wurde beim Vergleich des CRT die Anzahl der korrekten Antworten gemessen, hierbei konnte kein Gruppenunterschied bei Gerhard et al., eine bessere Leistung der Patienten bei Kubitzki und eine schlechtere bei Staak et al. gesehen werden.

Bei der eigenen Untersuchung von Specka et al. wurde ein entwickeltes und validiertes Testsystem des Kuratoriums für Verkehrssicherheit Wien aus insgesamt 6 Untertests verwendet [12]. Hier ergab sich eine Überlegenheit im SRT für die Patientengruppe und im CRT für die Probandengruppe. Allerdings bewertete Specka die Unterschiede bzw. Variabilität der Ergebnisse auch hinsichtlich früherer o.g. Studien mehr als ursächlich soziodemographischer Merkmale, als die der Methadonabhängigkeit. Specka et al. stellte fest, dass zwar bei methadonabhängigen Patienten die reine Reaktionszeit nicht beeinträchtigt war, aber die Aufmerksamkeit, visuelle Orientierung und Augen-Hand-Koordination verschlechtert war, so auch vermutlich und reaktiv der CRT.

Man könnte hieraus ggf. schlussfolgern, dass der CRT sensibler ist, für die Gesamtbeurteilung von psychomotorisch-kognitiver Leistung.

Haavisto publizierte 2002 eine Untersuchung psychomotorischer Einschränkung nach Kurznarkose bei 30 Patienten nach kleinen Gynäkologischen Operationen durch u.a. Verwendung von Einfach- und Zweifachwahlreaktionstests sowie Koordinationstests. Es konnten hierbei eine Verlängerungen der Reaktionszeiten von 7% im SRT und 25% im CRT gesehen werden [42], der CRT war also in einem größeren Maße verändert als der SRT.

Willey et al. publizierte 2002 eine Studie mit 31 Patienten und untersuchte die psychomotorische Erholung nach ambulanter Ösophagogastroskopie. Hier konnte gezeigt werden, dass psychomotorische Funktion immer noch eingeschränkt war, obwohl der Aldrete Entlassungsscore bereits volle 10 Punkte erreichte und dass der genutzte Buchstabenwegstreichtest am sensitivsten aber und auch der Wahlreaktionstest CRT relativ sensitiv für die Erfassung psychomotorischer Einschränkung waren [91]. Allerdings war der genutzte Buchstabenwegstreichtest kein bestehender etablierter psychometrischer Test, sondern ein eigens für die Studie kreierter Test aus randomisierten Buchstabenfolgen [87] und die Patientenzahl gering mit einer großen Altersspanne (Männer und Frauen 18-72 Jahre).

Im Vergleich dazu wurde in der hier vorliegenden Studie u.a. ein etablierter Durchstreichtest (d2 - Aufmerksamkeits-Belastungstest) verwendet, ein aktuell gängiger Entlassungsscore PADSS (Postanaesthesia discharge scoring system) und ein 4-choice-reaction Test verwendet, desweiteren wurden nur Frauen eingeschlossen mit einer schmalen Altersspanne (Alter 18-55 Jahre).

Kaufmann et al. [51] untersuchte 2004 in einer Übersichtsarbeit das Ergebnis und die verwendeten Methoden von unterschiedlichen Studien zum Thema Flunitrazepam und Fahrtüchtigkeit. Es wurden viele verschiedene Testverfahren der unterschiedlichen Studien vorgestellt, die verwendet wurden zur Untersuchung der Fahrtüchtigkeit (siehe Tab. 5). Dabei wurde in einigen Studien u.a. die Einfachwahlreaktionszeit (SRT) und die Mehrfachwahlreaktionszeit (CRT) gemessen. In sechs untersuchten Studien [5, 34, 35, 49, 56, 75] wurde die Akutwirkung von 2 mg Flunitrazepam durch Einfachreaktionszeit (SRT) untersucht, wobei viermal eine signifikante Verlängerung der SRT [34, 35, 49, 75] und zweimal keine signifikante Abweichung gegenüber der Placebo-Gruppe gesehen werden konnte. Ebenso uneinheitlich waren die Ergebnisse in der Mehrfachwahlreaktionszeit (CRT), die in zwei Studien gemessen wurde [49, 75]. Bei der Untersuchung der Residualwirkung von 2 mg Flunitrazepam am Morgen nach abendlicher Einnahme zeigte nur eine Studie von sieben [5, 6, 9, 56, 73, 74, 75] als ein signifikantes Ergebnis die Verlängerung der CRT [6].

Nach Staak et al. [79] sind besonders Testverfahren wie z.B. der Aufmerksamkeitsbelastungstest d2, Wahlreaktionstest und Trackingleistung (Fahrsimulator) geeignet als psychologische Testverfahren bei der Prüfung von Arzneimitteln im Straßenverkehr. Es

wurde in der Übersichtsarbeit von Kaufmann et al. jedoch kritisiert, dass diese empfohlenen Tests nur selten in den Studien verwendet wurden.

Steinmetz et al. untersuchte 2008 die Daten der “first International Study of Postoperative Cognitive Dysfunction” (ISPOCD), Daten einer Testbatterie von 9 Ländern zur Untersuchung postoperativer kognitiver Einschränkung. Die Untersuchungen wurden präoperativ, 1 Woche und 3 Monate postoperativ durchgeführt, insgesamt gingen die Daten von 1083 Patienten mit ein. Postoperative kognitive Dysfunktion (POCD) ist assoziiert mit einem schlechteren Abschneiden im CRT zu allen gemessenen Zeiten [83]. Der Test wurde als „four boxes test“ durchgeführt, wie auch in der hier vorliegenden Studie, d.h. die Reizantworten wurden auf einer Box mit vier möglichen Tasten abgegeben.

35 Studienteilnehmer nahmen an der von Schoedel et al. 2010 publizierten Untersuchung teil zum Vergleich der kognitiven und psychomotorischen Beeinträchtigung unter der Äquivalenzdosis von Oxymorphone im Vergleich zu Oxycodon. Hierbei wurde u.a. ein computerisierter Verfolgungstest mit integriertem Reaktionstest genutzt und es konnte eine geringere Beeinträchtigung unter Oxymorphon festgestellt werden [68].

**Tab. 5:** Einflüsse auf Reaktionstests

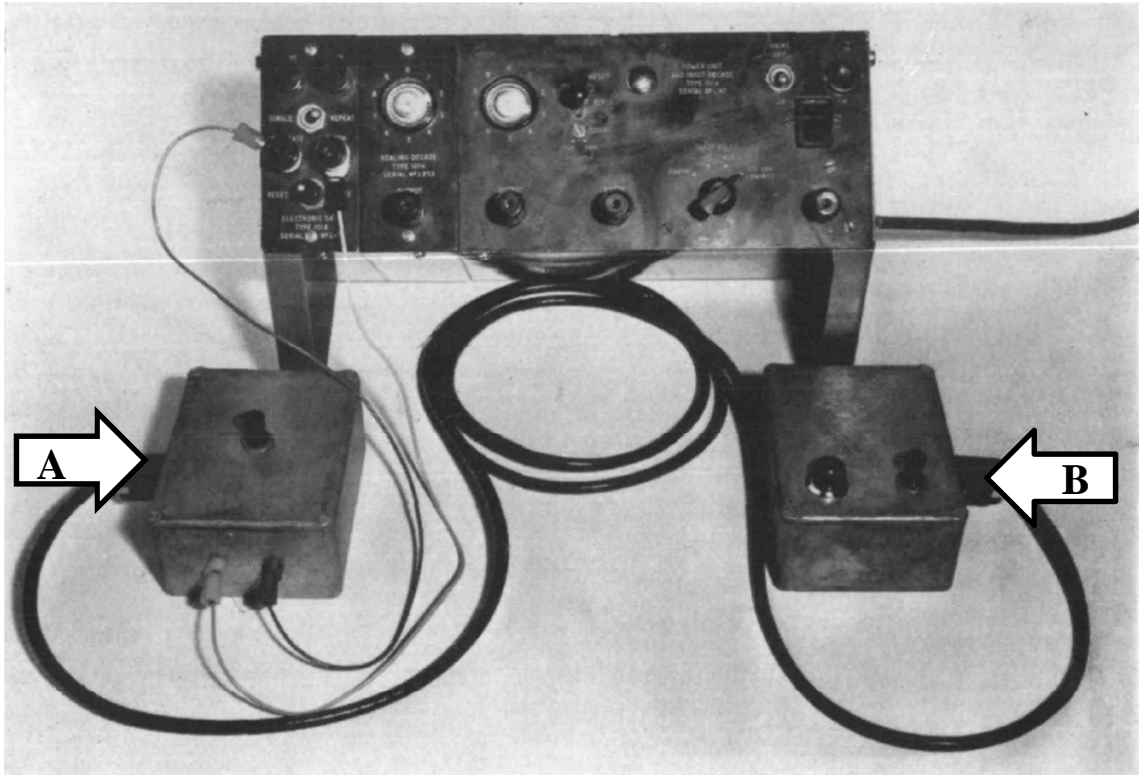
|                | <b>Reaktionszeit-Veränderung</b>                   | <b>Referenz</b>         |
|----------------|--|-------------------------|
| Alter          | SRT + CRT: mit zunehmendem Alter verlängert        | 30, 46                  |
| Geschlecht     | SRT und CRT: Frauen verlängert                     | 31, 46                  |
| Bildung        | Höhere Bildung: kürzere Reaktionszeiten            | 46                      |
| Benzodiazepine | SRT verlängert<br>CRT verlängert                   | 34, 35 ,49, 75<br>6, 52 |
| Opioide        | CRT verlängert;<br>CRT verlängert und SRT verkürzt | 68<br>77                |

### Weitere Anwendungsgebiete des Reaktionstests:

Aber auch im nicht-medizinischen Bereich findet der Reaktionstest breite Anwendung. In einigen europäischen Ländern werden Personen, die ihren Führerschein verloren haben, einigen Tests unterzogen, um diesen wieder zu erlangen. Risser et al. untersuchte zwei standardisierte Test-Batterien der Expert System Traffic [Schuhfried, G., 2005. Manual Expert System Traffic (XPSV). Schuhfried GmbH, Mödling]. Unter anderem wurde hierbei auch ein Reaktionstest (RT) verwendet, den es in verschiedenen Ausführungen mit optischen und akustischen Signalen gibt. Risser et al. konnte zusammenfassend in der Studie die erfahrungsgemäße Validität der Tests bestätigen [64].

### Aufbau verschiedener Reaktionstests:

Einer der ersten Testaufbauten von Hendry et al. 1963 wurde von einem Institut für Physik mit einer Genauigkeit von 1/100 Sekunden konstruiert [44]. Der Untersucher drückte auf der linken Kontrollbox (Abb. 1) den Knopf, der eine rote Lampe zum Leuchten brachte und den Timer startete. Gemessen wurde nun die Zeit zwischen Aufleuchten der roten Lampe bis zum Loslassen der Taste auf der rechten Kontrollbox durch den Patienten.



**Abb. 3:** Testaufbau zur Messung der Reaktionszeit, links die Untersucher-Kontrollbox (A) und rechts die Probanden-Box (B). Der Untersucher drückt die Taste der Untersucher-Kontrollbox links und aktiviert damit eine rote Lampe an der Probanden-Box und den Timer. Der Proband ist instruiert beim Erscheinen des roten Lichts den Finger von dem Knopf auf der Box rechts zu nehmen, damit stoppt der Timer; Hendry et al. [44].

Viele der genannten Studien konstruierten die Reaktionszeitmessapparaturen selbst. Der und Deary beschrieben 2006 beispielsweise ein eigens konstruiertes tragbares Gerät mit LCD-Display und einer bestimmten Anzahl an Tasten [26].

Mark et al. [33] untersuchte 2000 psychomotorisch-kognitive Einschränkungen bei acht gesunden Probanden während Hypoglykämie und die Erholung. Dafür wurde u.a. ebenfalls ein 4-choice reaction timer verwendet bestehend aus Computerbildschirm und adaptierter Tastenbox. Es konnte gezeigt werden, dass direkt nach Induzierung einer Hypoglykämie, sogar noch vor bewusster Hypoglykämiesymptomatik, die kognitive Leistungsfähigkeit beeinträchtigt war und selbst in der Erholungsphase nach Normalisierung des Glukosespiegels und Symptommrückgang die Wiedererlangung der vollen kognitiven Funktion noch weiterhin beeinträchtigt war.



Die Wiener Testsysteme von Schuhfried ® bestehen aus eigener Software und Hardware angepasst an die Fragestellung im klinisch-diagnostischen Bereich v.a. für neuro- und klinisch psychologische Fragestellungen, als sog. Wiener Testsystem. Ein Subtest ist u.a. der Reaktionstest in verschiedenen Ausführungen [70].

Angewendet wird das Wiener Testsystem v.a. zur Testung im Bereich neuro- und klinisch-psychologischer Fragestellungen, sowie zur Klärung der Verkehrstüchtigkeit für Straßen-, Bahn- und Flugverkehr, als auch im Bereich Sport, Pädagogik und Personalwesen [69].

Es wurde z.B. 2001 durch Grass et. al eine Pilot-Studie mit 6 gesunden Männern zur Überprüfung von psychomotorischen Einflüssen unter Sildenafil durchgeführt speziell mit dem Hintergrund zur Verkehrstüchtigkeit. Er nutzte hierfür unter anderem den SRT und CRT unter Benutzung der Wiener-Testapparatur von Schuhfried ©) [41]. Die durchschnittliche Reaktionszeit des SRT-Tests (DR2) wurde unter Sildenafil besser, die Reaktionszeit des CRT-Tests (RST3) wurde schlechter, allerdings sind die Unterschiede nicht statistisch signifikant.

Chroust und Schuhfried (2005) konnten zeigen, dass bei einer unsachgemäßen Programmierung in Abhängigkeit von der verwendeten Computer-Hardwarekonfiguration (Taktfrequenz, Graphikkarte, Monitor, Soundkarte) und den verwendeten Treibern bei verschiedenen Computern mit der o.g. Software unterschiedlich große Ungenauigkeiten bei der Zeitmessung auftraten. Weitere Schwierigkeiten sind durch Hardwarekomponenten, etwa der verwendeten Maus und ihren Einstellungen bzw. der Tastatur, möglich [17].



**Abb. 4:** Universale Probandentastatur zur Durchführung von verschiedenen Tests der Testsysteme von Schuhfried: 2 Drehregler, 2 Analog-Joysticks, 7 Farbtasten, 10 Zifferntasten, 1 Sensortaste, Anschlussmöglichkeit für Fußtasten, 2 USB-Schnittstellen [71].

Die meisten genannten Studien verwendeten allerdings „Eigenkonstruktionen“ entweder als Einfachwahlreaktionstests oder Mehrfachwahlreaktionstests bestehend aus unterschiedlichen Reizen und Reizantwortmöglichkeiten.

### 2.2.2 Kurzzeitgedächtnistest - Zahlennachsprechen

Der Zahlennachsprechtest misst Kurzzeit- und Arbeitszeitgedächtnis [50]. Er ist einer der elf Untertests (Subtest) des Hamburg-Wechsler-Intelligenztests für Erwachsene (HAWIE), einer der ältesten Testbatterie zur Messung der Intelligenz. Der erste Intelligenztest wurde von Alfred Binet 1905 zur Untersuchung von Schulkindern entwickelt. Dieser wurde stetig u.a. von David Wechsler erstmalig 1955 als sog. Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) und später als Intelligenztest weiterentwickelt [89], deutsche Adaptation: Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene, HAWIE). Heutzutage gilt die Version HAWIE-R aus 1997 (WAIS-III) [77] eine deutsche Bearbeitung und Adaptation des WAIS-III erfolgte 2006 [88].

Der Intelligenztest WAIS-III [85] besteht aus einem Verbalteil und einem Handlungsteil, wobei der Zahlennachsprechtest zum Verbalteil gehört (siehe Abb. 5).

| Aufgabe | 1.Versuch         | 2.Versuch         |
|---------|-------------------|-------------------|
| 1.      | 5-8-2             | 6-9-4             |
| 2.      | 6-4-3-9           | 7-2-8-6           |
| 3.      | 4-2-7-3-1         | 7-5-8-3-6         |
| 4.      | 6-1-9-4-7-3       | 3-9-2-4-8-7       |
| 5.      | 5-9-1-7-4-2-8     | 4-1-7-9-3-8-6     |
| 6.      | 5-8-1-9-2-6-4-7   | 3-8-2-9-5-1-7-4   |
| 7.      | 2-7-5-8-6-2-5-8-4 | 7-1-3-9-4-2-5-6-8 |

**Abb. 5:** Zahlennachsprechtest des Hamburg-Wechsler-Intelligenztest; sieben Ziffernreihen aus jeweils mit einer Ziffer ansteigender Zifferanzahl, versagt der Proband zweimal bei der gleichen Ziffernreihe, ist der Test beendet [85].

Das Zahlengedächtnis hat laut Matarazzo [58] bei Leistungsausfällen in diesem Untertest eine eher klinische Bedeutsamkeit, als eine Bedeutung zur Intelligenzmessung, da Probanden mit speziellen Defekten und hirnnorganischen Erkrankungen selten gute Leistungen erbringen [58]. Nach Wechsler können schlechte Leistungen in diesem Test auch auf Aufmerksamkeitsstörungen oder erhöhte Testangst zurückzuführen sein [90].

Insbesondere in der klinischen neuropsychologischen Untersuchung von Patienten ist der IQ-Test (WAIS-R) einer der am häufigsten genutzten Tests zur Messung kognitiver Funktion [57].

Yu et al. untersuchte 2009 IQ-Test Resultate der Kurzform des WAIS-R von 205 Epilepsie-Patienten mit anteriorer temporaler Lobektomie hinsichtlich Epilepsie-Anfällen. Hierbei konnten IQ-Test Ergebnisse zwar nicht Epilepsiefoci genauer lokalisieren hinsichtlich der Seite, stellten jedoch einen eigenständigen Prädiktor für die Auswirkung von postoperativen Anfällen dar. Patienten mit präoperativ niedrigen IQ-Werten hatten tendenziell mehr rezedivierende Anfälle postoperativ [92].

Otawara et al. verglich 2009 zwei Patienten-Gruppen mit kranialen chirurgischen Eingriffen, einmal aufgrund Subarachnoidalblutung (SAB) durch rupturierte Aneurysmata und andererseits Patienten mit nicht-rupturierten Aneurysmata als Kontrollgruppe. Hierbei wurde ebenfalls der WAIS-R Test zur Quantifizierung der postoperativen kognitiven Beeinträchtigung durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass der WAIS-R signifikant schlechter in der SAB-Gruppe ausfiel, als in der Kontrollgruppe. Es konnte außerdem gezeigt werden, dass die kognitive Funktion nach SAB signifikant mit dem Schweregrad der intrakraniellen Blutung nach Hunt und Hess korrelierte [60].

Außerdem wird der WAIS-R zur Beurteilung von Sedierung und Aufmerksamkeit oftmals in Teilen angewendet.

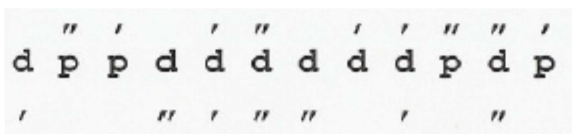
Huron et al. untersuchte 2002 mit einem Teil des WAIS-R und zwar den „Digit symbol substitution test“ DSST als Standardtest, die Beeinflussung der Sedierung auf das Erinnerungsvermögen bei zwölf Probanden nach Benzodiazepin-Einnahme (Lorazepam) verglichen mit physiologischen Messungen der Sedierung basierend auf Pupillographie. Es konnte gezeigt werden, dass nach Benzodiazepin-Einnahme selektiv das Erinnerungsvermögen und der DSST beeinträchtigt war und diese Beeinträchtigungen mit der verabreichten Benzodiazepindosis korrelierte. Es konnte jedoch keine Korrelation gefunden werden zwischen der physiologischen Messung der Sedierung mittels Pupillographie und der verabreichten Benzodiazepindosis. Schlussfolgernd ist der DSST ein genaueres Messverfahren der Sedierung als die physiologische Messungen mittels Pupillographie [47].

De Candia et al. [24] untersuchte in einer Multicenter-Studie 2009 die Eigenschaft und Auswirkung des Beruhigungsmittels Etizolam auf die kognitive Funktion und Angst.

Die Eigenschaft des Etizolam als GABA-Rezeptor Ligand mit weniger Nebenwirkungen als andere Agonisten (kognitive Funktionseinschränkung, Toleranz und Abhängigkeit) führten zu dessen Auswahl für die Studie. Es wurde der Zahlennachsprechtest (Digit Span) des WAIS zur Beurteilung der kognitiven Funktion an Patienten und Probanden angewendet sowie der Hamilton Anxiety Rating Scale (HAM-A) und State-Trait Anxiety Inventory (STAI) zur Beurteilung der Angst. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Patienten- und Placebogruppe hinsichtlich kognitiver Beeinträchtigung oder Angst gefunden werden. Es wurde der Schluss gezogen, dass Etizolam gut vertragen wird und keine nachweisbaren Nebenwirkungen auf kognitive Störungen aufweist.

### 2.2.3 Konzentrationstest - d2-Test

Der Test d2 - Aufmerksamkeits-Belastungstest von Brickenkamp et al. 2002 [10] ist ein Testverfahren zur Untersuchung der individuellen Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeit unabhängig von der Intelligenz [2]. Es ist ein Test zur Untersuchung von Probanden im Alter von 9 bis 60 Jahren und wird in nahezu allen psychologischen Arbeitsbereichen angewendet. Er ist ein standardisierter Durchstreichtest, der Tempo und Sorgfalt des Arbeitsverhaltens misst, er dauert im Original ca. 8 Minuten (Ausschnitt einer Testzeile siehe Abb. 6).



**Abb. 6:** d2-Test - Ausschnitt einer Testzeile bestehend aus den Buchstaben „d“ und „p“ mit maximal zwei Strichen darüber und/ oder darunter, Ziel ist alle „d“ mit genau zwei Strichen wegzustreichen, egal wie verteilt [10].

Durch vielfältig abgesicherte Testgütekriterien und die einfache Anwendung ist der d2-Test ein häufig angewendeter Test nach dem HAWIE-R für psychodiagnostische Verfahren. Durch die Unterscheidung ähnlicher visueller Reize ermöglicht er die Beurteilung individueller Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistungen. Die Konzentration ist eine kontinuierliche und leistungsbezogene Reizselektion und Reizanalyse, d.h. die

willentliche Fokussierung auf eine bestimmte Tätigkeit [27]. Die Konzentrationsleistung hat eine Antriebs- und Kontrollkomponente, die sich in Tempo, Qualität bzw. Sorgfalt, sowie im zeitlichen Verlauf des Tests manifestiert.

Klinisch wurde der d2-Test von Prager et al. 2002 [63] angewendet, um die Auswirkung der kognitiven Leistungsfähigkeit nach Parathyreoidektomie bei Patienten mit primärem Hyperparathyreoidismus zu untersuchen. Der d2-Test wurde hierbei präoperativ und im Abstand von 6 und 12 Wochen postoperativ durchgeführt. Es konnte postoperativ einen signifikanten Anstieg der Konzentrationsleistung mittels d2-Test verzeichnen. Zusammenfassend ließ sich zeigen, dass nicht nur körperliche Symptome nach der Parathyreidektomie gebessert wurden, sondern auch kognitive Leistung.

Piquet et al. konnte 2011 [62] u.a. mittels d2-Test und einem Einfachwahl-Reaktionstest im Rahmen einer Testbatterie zeigen, dass nach supraorbitaler transkutane Neurostimulation (zur Schmerzbehandlung) die Vigilanz und Aufmerksamkeit danach signifikant für den Reaktionstest und nicht-signifikant für den d2-Test im Sinne einer Verschlechterung beeinträchtigt war. Allerdings ist zu erwähnen, dass die Studie aus nur 30 gesunden Probanden bestand. Dies könnte daraufhin deuten, dass der Reaktionstest hier besser gemessen hat, als der länger durchzuführende und entsprechend umständlichere d2-Test.

### 3 Ziel der Studie

Reaktionstests wurden schon bei einigen Untersuchungen verwendet um kognitive Einschränkungen zu erfassen, sei es im klinischen Alltag oder auch z.B. zur Prüfung der Verkehrstüchtigkeit. Sie wurden meist innerhalb von Testbatterien verwendet, bei denen am Schluss ein Score den Grad der kognitiven Einschränkung angibt.

Wenig ist bisher bekannt über den Grad der Korrelation der unterschiedlichen Tests untereinander, die kognitive Einschränkungen bewerten, somit auch über die tatsächliche Korrelation zwischen dem Reaktionstest und anderer etablierter Testverfahren zur Beurteilung der kognitiven Funktion.

Im Zuge der zunehmenden Relevanz von Leitlinien zur Therapieoptimierung und Behandlungsentscheidungshilfen für Ärzte und Patienten zur Orientierung, spielen auch in Zukunft perioperative Qualitätsmanagementsysteme eine immer größere Rolle. Hierbei können einfach durchzuführende Tests zur Messung kognitiver psychomotorischer Einschränkung mittels Reaktionstests in Zukunft eine entscheidungshelfende Rolle spielen. Hierfür muss jedoch gewährleistet sein, dass der Test auch zuverlässig im Vergleich zu bereits etablierten kognitiven Tests ist und in Zukunft eventuell standardisiert wird, damit man auch verschiedene Studien untereinander vergleichen kann.

Ziel der vorliegenden Studie ist die Untersuchung zur Durchführbarkeit und Aussagekräftigkeit des 4-choice-Reaktionstests im Vergleich zum etablierten Entlassungsscore PADSS (Postanaesthesia discharge scoring system) sowie zu etablierten psychometrischen Testverfahren wie dem Zahlennachsprehtest und d2-Test.

Die Studie soll einen Beitrag zur Entwicklung eines objektiven, einfach durchzuführenden Testverfahrens zur Messung psychomotorischer Beeinträchtigung für die klinische Praxis sowie für die Forschung leisten.

## 4 Material und Methoden

### 4.1 Studiendesign

Diese prospektive klinische Studie wurde von Januar 2008 bis August 2010 durch die Mitarbeiter der Klinik für Anästhesie an der Universität Greifswald in Zusammenarbeit mit der Klinik und Poliklinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe durchgeführt. Nach einer Genehmigung der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität wurden die Patienten, die für eine ambulant gynäkologische Operation vorgesehen waren, in die Studie nach unten genannten Kriterien eingeschlossen. Die Untersuchung der Patienten fand Januar 2008 bis Dezember 2009 im Aufwachraum der Klinik und Poliklinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe statt. Die Kontrollgruppe bestand aus gesunden Probanden, die dieselben Einschlusskriterien erfüllten, allerdings keine Operation in Allgemeinanästhesie bekamen. Die Untersuchung der Probanden fand im Februar 2010 bis August 2010 im Schulungsraum einer Fahrschule statt.

### 4.2 Teilnehmer

In der Studie wurden zwei Gruppen an Teilnehmern untersucht. Es wurden Patientinnen der ASA-Klassifikation (American Society of Anesthesiologists) I-II zu elektiven ambulanten gynäkologischen Eingriffen in standardisierter Allgemeinanästhesie in die Patienten-Gruppe eingeschlossen. Die Kontrollgruppe wurde aus Probandinnen gebildet, die freiwillig an der Studie teilnahmen und dieselben Auswahlkriterien erfüllen mussten mit dem Unterschied, dass die Probandinnen keinen operativen Eingriff und keine Allgemeinanästhesie bekamen.



## 4.3 Auswahlkriterien

### 4.3.1 Einschlusskriterien

Um möglichst gleiche Voraussetzungen für die Durchführung der Studie zu erhalten, wurden die Patienten nach folgenden Einschlusskriterien ausgewählt:

- 1) weibliche Patienten
- 2) ambulante Operation in Allgemeinanästhesie
- 3)  $18 \leq \text{Alter} \leq 55$
- 4) Patienten der ASA-Gruppe (American Society of Anesthesiologists) I-II
- 5) Standardisierte Allgemeinanästhesie (Anhang 1) mit 10 - 60 Minuten Dauer
- 6) Keine Einnahme von Opioid-Analgetika, Benzodiazepinen oder Psychopharmaka vor der Operation
- 7) Vorliegen der Einwilligung zur Teilnahme an dieser Studie von den Patienten
- 8) Das Lesen und Auseinanderhalten von Buchstaben auf einem Blatt musste gewährleistet sein, eventuell unter Verwendung einer Lesehilfe
- 9) Die Fähigkeit Buchstaben aus einer Buchstabenreihe wegzustreichen unter Verwendung eines Schreibbrettes im Bett musste gegeben sein
- 10) Ausreichende Sprachkenntnisse

### 4.3.2 Ausschlusskriterien

Folgende Aspekte führten dazu, dass Patienten im Vorfeld nicht in die Studie eingeschlossen werden konnten:

- 1) Chronische Alkoholkrankheit
- 2) Patienten mit einer Dauermedikation von Opioiden, Benzodiazepinen oder Psychopharmaka
- 3) Patienten, die vor der geplanten Operation Opioide oder Benzodiazepine einnahmen

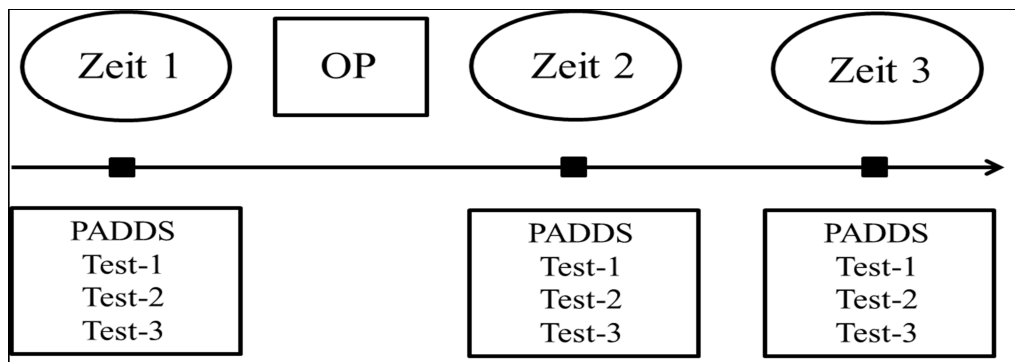
### 4.3.3 Abbruchkriterien

- 1) Das Vorliegen von intraoperativen Komplikationen:
  - unerwartet starke Blutungen während der Operation
  - kardiovaskuläre Instabilität des Patienten während der Operation
  - Änderung des geplanten Eingriffs intraoperativ
- 2) Patienten, die nicht in der Lage waren, den Test zur vorgegeben Zeit durchzuführen

## 4.4 Durchführung

Die Patienten wurden einige Tage vor der Operation im Zusammenhang mit der Anästhesieaufklärung über den Ablauf der Studie aufgeklärt und haben informiert die Einverständniserklärung unterzeichnet.

Präoperativ wurden die Patienten in den Aufwachraum (AWR) verlegt und absolvierten dort den ersten Testdurchlauf, bevor sie in den Operationssaal verlegt wurden. Nach definiertem Narkoseende wurden die Patienten wieder zurück in den AWR verlegt und absolvierten den zweiten Testdurchlauf 15 Min. nach Narkoseende und ein drittes und letztes Mal vor Entlassung aus dem AWR zur Normalstation. Auf Normalstation mussten die Patienten weitere 4 Stunden zur Beobachtung verbringen, bevor sie durch den Facharzt für Gynäkologie und Anästhesie nach Hause entlassen wurden. Die Entlassung fand nur statt, wenn die Entlassungskriterien nach ambulanten Eingriffen der kliniksinternen Checkliste mit Anlehnung an den Chung-Score und entsprechendem PADSS-Score erfüllt wurden. Die Probanden absolvierten die Testdurchläufe nach vergleichbaren Zeitabständen an einem Schreibtisch.



**Abb. 7:** Testablauf Patienten – zu allen Zeiten (Zeit 1 = präoperativ, Zeit 2 = 15 Minuten postoperativ, Zeit 3 = vor Entlassung) erfolgte im Aufwachraum (AWR) die Punkteverteilung nach dem PADSS-Score und die Durchführung aller drei Tests 1-3

#### **4.4.1 Allgemeinanästhesie und postoperative Führung**

Die Allgemeinanästhesie und postoperative Schmerztherapie verlief bei allen Patienten unter standardisierten Bedingungen (siehe Anhang 1). Die Narkose wurde mit Propofol 2-3 mg/kg KG und Fentanyl 2-3 µg/kg KG eingeleitet und unterhalten. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Herzfrequenz und NIBP eine Abweichung von über 20% nicht überschritten. Die endexpiratorische CO<sub>2</sub>-Konzentration wurde bei 32-40 mmHg gehalten, die inspiratorische O<sub>2</sub> – Konzentration betrug während Narkoseerhaltung max. 50%. Die Beatmung fand entweder über Maske, Larynxmaske oder durch Intubation statt, wobei bei letzterem zusätzlich Rocuronium 0,5 mg/kg KG zur Relaxation bei Intubation gegeben werden konnte. Erfüllten die Patienten die definierten Aufwachkriterien, wurde das Ende der Narkose als Kriterium für die Studie dokumentiert und sie wurden in den Aufwachraum verlegt. Bei postoperativen Schmerzen größer oder gleich 30 auf der visuellen Analogskala (VAS-100: 0= kein Schmerz, 100= maximal vorstellbarer Schmerz) bekamen die Patienten Piritramid 0.05 mg/kg KG i.v. verabreicht.

#### **4.4.2 PADSS-Score**

Vor jedem Testdurchgang wurde der PADSS Score (siehe Tab. 3) ermittelt und auf dem Studienprotokoll vermerkt. Für die fünf Hauptkategorien (Vitalzeichen, Schmerzen, Blutung im OP-Bereich, Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme, Übelkeit und Erbrechen) wurden jeweils null bis zwei Punkte verteilt, maximal 10 Punkte waren erreichbar. Die Erhebung des PADSS-Score dauerte ca. 1 Minute.

#### **4.4.3 Test-1: Zahlennachsprechen**

Der Zahlennachsprechttest (siehe Anhang 5) besteht aus zwei Teiltests, einmal aus dem Zahlennachsprechen vorwärts und dem Zahlennachsprechen rückwärts. Beide Teiltests wurden unabhängig von der jeweils erreichten Punktzahl nacheinander durchgeführt. Angefangen wurde mit dem Test nach einer mündlichen Anweisung für beide Teiltests. Beide Teiltests bestehen aus sieben Aufgaben, jede Aufgabe aus zwei Durchgängen mit jeweils der gleichen Länge der Zahlenreihen. Die erste Aufgabe des Teiltests Zahlennachsprechen vorwärts besteht aus zwei Durchgängen mit einer Zahlenreihenlänge von drei Zahlen, die erste Aufgabe des Zahlennachsprechen rückwärts aus einer Zahlenreihenlänge von 2 Zahlen. Mit jeder weiteren Aufgabe steigt die Zahlenreihenlänge um

eine Zahl. Die Testdauer betrug ca. 2-5 Minuten in Abhängigkeit der erbrachten Gedächtnisleistung.

Bezüglich der Zuverlässigkeit des Tests Zahlennachsprechen ist die mittlere Konsistenz für den gesamten Verbalteil des HAWIE-R mit  $r = .96$  angegeben [85].

##### Anweisung

Der Untersucher forderte den Teilnehmer auf, aufmerksam zu zuhören und die Zahlenreihe nach Beenden des Vorsagens zu wiederholen. Vor der ersten Durchführung gab er ein Beispiel vor mit der Aufforderung dieses in richtiger Zahlenreihenfolge, also vorwärts zu wiederholen. Danach erfolgte die Anweisung für den Zahlennachsprechtest in umgekehrter Zahlenreihenfolge ebenfalls mit einem Beispiel einer Zahlenreihe, welche der Teilnehmer in umgekehrter Reihenfolge, also rückwärts wiedergeben sollte. Falls der Teilnehmer bei einem Beispiel vorwärts oder rückwärts versagte, wurde ihm die richtige Antwort vorgegeben und er erhielt ein weiteres Beispiel. Unabhängig davon, ob diese Beispiele richtig wiederholt wurden, wurde nach dem zweiten Beispiel mit dem Test angefangen.

##### Durchführung

Der Untersucher begann mit den ersten drei Zahlen der ersten Aufgabe des Zahlennachsprechens vorwärts. Die Zahlen wurden mit einem zeitlichen Abstand von etwa einer Sekunde vorgegeben. Bei jeder Aufgabe wurden stets beide Durchgänge (Zahlenreihen) durchgeführt, egal ob eine Zahlenreihe nicht richtig wiederholt wurde. Wurden beide Durchgänge einer Aufgabe falsch wiedergegeben, so ist der erste Teilstest beendet und der zweite aus dem Zahlennachsprechen rückwärts begann.

##### Bewertung

2 Punkte gab es, wenn der Teilnehmer beide Durchgänge einer Aufgabe erfolgreich absolviert hatte, 1 Punkt, wenn der Teilnehmer nur eine der Zahlenreihen der Aufgabe richtig wiederholt hatte und 0 Punkte, wenn der Teilnehmer beide Zahlenreihen falsch wiedergegeben hatte. Die maximal erreichbare Punktzahl im Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts war jeweils 14, in Gesamtsumme 28.

### 4.4.4 Test-2: d2-Test

Im Original ist es ein Test bestehend aus 14 Testzeilen, die nur die Buchstaben „d“ und „p“ enthalten ohne oder mit bis zu maximal zwei Strichen über und/oder unter dem jeweiligen Buchstaben. Ziel ist es, alle „d“s, die mit genau zwei Strichen versehen sind, wegzustreichen, wovon es insgesamt 3 Varianten gibt. Eine Zeile besteht immer aus 47 Buchstaben und die Zeilen enthalten abwechselnd 21 oder 22 Targets („d“s mit zwei Strichen). Für unsere Studie wurde der Test aufgeteilt, die erste Hälfte der ursprünglich 14 Zeilen wurde im ersten Durchgang bearbeitet, die zweite im zweiten Durchgang und beim dritten Durchgang wurde erneut die erste Hälfte der ursprünglich 14 Zeilen durchgeführt. Die Patienten waren in Unkenntnis darüber, dass es sich beim letzten Durchgang um den gleichen Testbogen, wie im ersten handelte. Die sieben Zeilen pro Durchgang wurden auf einem DIN-A4-Blatt quer gedruckt und jeweils auf einem Klemmbrett mit Bleistift angereicht und bearbeitet. Die Testdauer für ein Blatt betrug ca. 3 Minuten.

#### Einweisung

Es wurde erklärt, dass der Teilnehmer bei jedem Testdurchgang ein Blatt erhält, dass aus 7 Testzeilen besteht, die nur aus den Buchstaben „p“s und „d“s kleingeschrieben bestehen mit entweder null oder maximal zwei Strichen über und/oder unter dem jeweiligen Buchstaben. Danach erhielt er ein Blatt (siehe Anhang 6 - Übungszeile) mit einer Übungszeile an einem Klemmbrett befestigt und einen Bleistift. Der Teilnehmer wurde nun aufgefordert nur die Buchstaben „d“ wegzustreichen, die in der Summe genau zwei Striche auf- und/oder unter dem „d“ besitzen. Für die Beispielzeile gab es keine Zeitvorgabe, danach wurde mit dem Teilnehmer die absolvierte Zeile erläutert und eventuell gemachte Fehler aufgezeigt. Es wurde dem Teilnehmer erläutert, dass er beim Testdurchgang jeweils nur 20 Sekunden für eine Zeile Zeit hat, nach dem Signal: „Stop! Nächste Zeile!“ sofort die nächste Zeile beginnen sollte, die Zeile immer von vorn beginnen und zügig aber sorgfältig arbeiten sollte.

#### Durchführung:

Die Durchführung des d2-Tests fand jeweils im Anschluss an den Zahlennachsprechttest statt. Wie besprochen, erhielt der Teilnehmer ein Blatt im Querformat an ein Klemmbrett befestigt und einen Bleistift. Es wurde außerdem sichergestellt, dass eine eventuell benötigte Brille zur Korrektur der Sehschärfe aufgesetzt wurde. Nach dem verbal gege-

benen Startsignal, hatte der Teilnehmer jeweils 20 Sekunden Zeit, eine Zeile zu bearbeiten bis zum Signal, wo er die nächste von vorn anzufangen hatte. Insgesamt dauerte die Durchführung eines Durchgangs 140 Sekunden ab Beginn der ersten Zeile.

##### Auswertung

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe von Schablonen, die die Auszählung der Buchstaben erleichterten.

Folgende Messwerte des d2-Tests wurden erfasst:

- 1) **GZ** entspricht der Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen, unabhängig davon, ob es sich um relevante oder irrelevante Zeichen, die nicht durchgestrichen werden durften, handelt. Der GZ-Wert ist ein hoch reliables Kriterium des Bearbeitungstempos. Die maximale Größe von GZ eines Durchgangs beträgt bei unserem verkürzten Test 329.
- 2) **F** entspricht dem Fehlerrohwert und gibt die Summe aller Fehler an. Er setzt sich zusammen aus relativ häufig gemachten Auslassungsfehlern (Typ  $F_1$ ) und den seltener gemachten Verwechslungsfehlern (Typ  $F_2$ ). Auslassungsfehler entstehen durch das Übersehen von relevanten Zeichen (d mit zwei Strichen) und Verwechslungsfehler entstehen durch versehentlich durchgestrichene irrelevante Zeichen. Der Fehlerrohwert dient als Zwischenergebnis der weiteren Berechnung anderer Messwerte, wie dem Fehlerprozent.
- 3) **SB** spiegelt die Schwankungsbreite/Streubreite wieder und berechnet sich aus der Differenz zwischen minimaler und maximaler Teilzeitleistung, genauer der maximalen GZ-Differenz einzelner Test-Zeilen. Sie ist ein Hinweis auf die Konstanz der Leistung. Sie ist nicht normal verteilt und gehört zu den weniger reliablen Variablen des Tests.
- 4) **KL** entspricht der Konzentrationsleistung. Der Wert berechnet sich aus der Anzahl richtig durchgestrichener relevanter Zeichen, abzüglich der Verwechslungsfehler (Typ  $F_2$ ). Er entspricht damit der Anzahl der richtig erzielten Treffer, von der die Fehlreaktion (falsch angestrichene Zeichen) abgezogen wurde, um beliebiges, instruktionswidriges Durchstreichen aller Zeichen nicht als hohe Leistung zu bewerten. Der Wert ist normal verteilt und hoch reliabel. Die maximale Punktzahl des 1. und 3. Durchgangs beträgt bei unserem Test 149 und beim 2. Durchgang 150.

Die innere Konsistenz als Testgütekriterium der wichtigsten Kennwerte (Konzentrationsleistung KL und Gesamtzeichen GZ) ergibt eine Reliabilität (Cronbachs alpha) für Erwachsene zwischen .95 und .97. Auch das Fehlerprozent F% weist bei Erwachsenen (hier als split-half Korrelation) hohe Werte zwischen .92 und .94 auf. Die Retestkoeffizienten für GZ und KL variieren zwischen .71 und .94 [2].

#### 4.4.5 Test-3: 4-choice-reaction-time

Der 4-choice-reaction-time Test ist ein Test zur Messung der Reaktionszeit unter Diskriminierung und Auswahl der richtigen von vier möglichen Reizantworten nach Erscheinen eines optischen, sowie gleichzeitig akustischen Reizes.

##### Testaufbau

Der Testaufbau besteht aus einem Laptop mit 15 Zoll Monitor und mit einer über die Parallelschnittstelle angeschlossenen Eingabe-Box, auf der sich vier Tasten in Reihe untereinander zum Drücken mit den Ziffern 1 bis 4 befinden. Das auf dem Betriebssystem MS-DOS (Microsoft Disk Operating System) basierende Programm spricht über die Parallelschnittstelle die Eingabe-Box an und misst die Reaktionszeiten auf hundertstel Sekunden. Bei einem Testdurchlauf erscheinen 10 Ziffern von 1 bis 4 in unterschiedlicher Reihenfolge zusammen mit einem Piepton. Es besteht jeweils eine Pause von 4 Sekunden zwischen richtigem Tastendruck der entsprechenden Ziffer auf der Eingabe-Box und dem Erscheinen der nächsten Ziffer auf dem Monitor. Nachdem man das Programm zu einem Testdurchlauf auf dem Laptop gestartet hat, vergeht ebenfalls eine Zeitspanne von 4 Sekunden, bis die erste Ziffer auf dem Monitor zusammen mit dem Piepton erscheint. Die Testdauer insgesamt für einen Durchgang beträgt also 40 Sekunden plus die jeweiligen Reaktionszeiten, also insgesamt ca. 1 Minute. Bevor man das Programm starten kann, muss jeweils vor jedem Durchgang die Reihenfolge der angezeigten Ziffern manuell eingegeben werden. Für die drei Testdurchläufe waren jeweils festgelegte Ziffernfolgen definiert (siehe Anhang 5).



**Abb. 8:** CRT-Testaufbau – links der Computer mit Test-Bildschirm und rechts die Probanden-Box mit den vier möglichen Wahlkosten

#### Durchführung

Die Einweisung erfolgte vor dem ersten Testdurchgang zusammen mit den Einweisungen in die anderen Tests. Dem Teilnehmer wurde hierfür die Eingabe-Box gereicht und der Monitor in einem Abstand von ca. 50-75 cm platziert. Anhand eines Demonstrationsprogramms auf dem Laptop wurde dem Teilnehmer gezeigt, wie die Zahlen zusammen mit dem Piepton erscheinen und die angezeigten Zahlen auf der Eingabe-Box probenhalber vom Teilnehmer betätigt. Der Test-3 wurde als letzter Test nach dem d2-Durchstreichtest durchgeführt. Dem Teilnehmer wurde die Eingabe-Box zu Beginn überreicht und der Bildschirm des Laptops in Sichtweite positioniert. Das Programm wurde über einen Tastendruck auf der Tastatur gestartet. Auf dem Monitor erschien nach einer Pause von 4 Sekunden eine Ziffer zwischen 1 und 4 zusammen mit dem Er tönen eines Pieptons. Über den Tastendruck der entsprechend richtigen Taste auf der Eingabe-Box wurde die Reaktionszeit ermittelt. Falsch gedrückte Ziffern auf der Box wurden nicht registriert, die Zeit wurde erst bei Drücken der richtigen Ziffer gemessen. Vier Sekunden nach Tastendruck der richtigen Ziffer erschien die nächste Ziffer. Nach



Betätigen der letzten entsprechend richtigen Ziffer auf der Eingabe-Box eines Testdurchgangs war der Test beendet. Es wurden im MS-DOS-Programm die einzelnen Reaktionszeiten und der Mittelwert unter Verwendung der kodierten Teilnehmerdaten gespeichert. Die einzelnen Reaktionszeiten und der Mittelwert wurden zusätzlich auf dem Auswertungsblatt mit der Übungszeile von Test-2 handschriftlich (Anhang 6) vermerkt.

#### 4.4.6 Weitere Erhebungen

##### Sedierung

Die Sedierung wurde in 4 Stufen von fehlender bis zu tiefer Sedierung eingeteilt, die Stadien und Einteilung wurden von der ASA-Definition 2002 [3] übernommen und für unsere Studie modifiziert:

Das Stadium null wurde hinzugenommen, welches keiner Sedierung entspricht und auf das Stadium vier nach ASA (entspricht Allgemeinanästhesie bzw. Bewusstlosigkeit) wurde für unsere Erhebung im Aufwachraum vor bzw. nach Narkose verzichtet.

**Tab. 6:** Sedierungsscala der Studie modifiziert nach ASA-Definition 2002 [3]

| Punktzahl | Stadium            | Vigilanz   |
|-----------|--------------------|--|
| 0         | Keine Sedierung    | wach   |
| 1         | Leichte Sedierung  | wach, entspannt                                    |
| 2         | Moderate Sedierung | Somnolent, erweckbar                               |
| 3         | Tiefe Sedierung    | Soporös, nicht erweckbar bzw. nur nach Schmerzreiz |

### Übelkeit und Erbrechen

Die Beurteilung von Übelkeit und Erbrechen sowie dessen Einstufung erfolgte in vier Stufen von fehlender Übelkeit und Erbrechen, leichter und starker Übelkeit bis hin zu Erbrechen.

**Tab. 7:** Übelkeit und Erbrechen – Einstufung

| Punktzahl | Symptome                |
|-----------|-------------------------|
| 0         | Keine Nausea/ Erbrechen |
| 1         | Leichte Nausea          |
| 2         | Starke Nausea           |
| 3         | Erbrechen               |

### **4.4.7 Testablauf**

Ein Testdurchgang bestand aus den drei einzelnen Tests zu drei Zeitpunkten, die Merkfähigkeit (Zahlennachsprechen), Konzentrationsleistung (d2-Test) und Reaktionszeit (4-choice-reaction-time) wurden in gleicher Reihenfolge gemessen. Desweiteren erfolgte die Erhebung des PADSS-Score vor jedem Testdurchgang bei den Patienten.

Die Merkfähigkeit wurde mit dem Test-1 anhand von Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts mit immer länger werdenden Zahlenreihen bestimmt. Der Test-2 war der d2-Test, der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung misst und eine standardisierte Weiterentwicklung eines Durchstreichtests darstellt. Die Reaktionszeit wurde als Test-3, einem 4-choice-reaction-time Test bestehend aus einem Laptop mit angeschlossener Zahlenbox mit 4 Zahlen, gemessen.

Zeitpunkte der Messung:

|             |          |   |             |            |         |             |
|-------------|----------|---|-------------|------------|---------|-------------|
| <b>Zeit</b> | <b>1</b> | - | präoperativ |            |         |             |
| <b>Zeit</b> | <b>2</b> | - | 15          | Min.       | nach    | OP-Ende     |
| <b>Zeit</b> | <b>3</b> | - | vor         | Entlassung | aus dem | Aufwachraum |

Die gleiche Test-Batterie wurde bei gesunden weiblichen Probanden zu folgenden Zeiten angewendet:

|             |            |   |                 |      |      |                 |
|-------------|------------|---|-----------------|------|------|-----------------|
| <b>Zeit</b> | <b>I</b>   | - | Ausgangsmessung |      |      |                 |
| <b>Zeit</b> | <b>II</b>  | - | 20              | Min. | nach | Ausgangsmessung |
| <b>Zeit</b> | <b>III</b> | - | 45              | Min. | nach | Ausgangsmessung |

Der erste Testdurchlauf wurde von den Patienten zum Zeitpunkt 1 im AWR absolviert, bevor sie in den Operationssaal verlegt wurden. Der gesamte Testdurchlauf konnte von den Patienten im Bett liegend bei leicht erhöhtem Oberkörper durchgeführt werden. Eine mündlich und praktische Einweisung bekamen sie vor dem ersten Testdurchgang. Nach dem ersten Testdurchlauf wurden die Patienten in den Operationssaal gebracht und erhielten ihren Eingriff in standardisierter Allgemeinanästhesie. Nach definiertem Narkoseende wurden die Patienten wieder in den AWR verlegt und führten dort 15 Minuten nach Ende der Narkose zum Zeitpunkt 2 den zweiten Testdurchlauf durch. Der letzte Testdurchlauf wurde zum Zeitpunkt 3 ebenfalls im AWR gestartet, nachdem die Patienten freigegeben wurden für die Verlegung auf Normalstation (siehe Abb. 7).

Die Probanden absolvierten die gleichen Tests an einem Schreibtisch sitzend zu den Zeitpunkten I-III in vergleichbaren Zeitabständen, wie die Patienten.

## 4.5 Erfasste Parameter

Am Operationstag wurden jeweils vor jedem Testdurchgang zu den entsprechenden Test-Zeiten folgende Daten bei den Patienten erhoben und auf dem Untersuchungsprotokoll festgehalten:

- Herzfrequenz
- Blutdruck mittels NIBM automatisch-oszillatorisch gemessen
- Schmerzintensität: Visuelle Analogskala 0 – 100 mm (VAS 100)
- Zusätzlich verabreichte Medikamente
- Piritramidverbrauch postoperativ
- Sedierungsgrad postoperativ: 0- keine; 1-leicht sediert; 2-somnolent, erweckbar; 3-somnolent, nicht erweckbar
- Übelkeit postoperativ: 0- keine; 1- leichte Nausea; 2- starke Nausea; 3- Erbrechen
- PADSS: Entlassungsscore
- Narkoseende-Entlassungszeit
- Test-1: Ergebnisse Zahlennachsprectest vorwärts / rückwärts
- Test-3: Reaktionszeit als Mittelwert

Nach Auswertung des Test-2 anhand von Schablonen wurden folgende Parameter auf dem Auswertungsblatt festgehalten:

- GZ: Gesamtzeichen
- $F_1$ : Auslassfehler
- $F_2$ : Verwechslungsfehler
- KL: Anzahl richtig durchgestrichener Zeichen minus  $F_2$
- SB: Schwankungsbreite

## 4.6 statistische Methoden

Zur Analyse der Daten wurde SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) genutzt. Normalverteilte numerische Daten wurden mit dem t-Test ausgewertet und als Mittelwert und Standardabweichung (SD) dargestellt. Bei Messungen, die zu verschiedenen Zeitpunkten ausgeführt wurden, wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Normalverteilte Werte wie Piritramid-Verbrauch, Schmerzintensität nach VAS- Skala, Puls, Blutdruck und die Ergebnisse der drei Tests wurden mit dem T-Test bzw. Varianzanalyse verglichen.

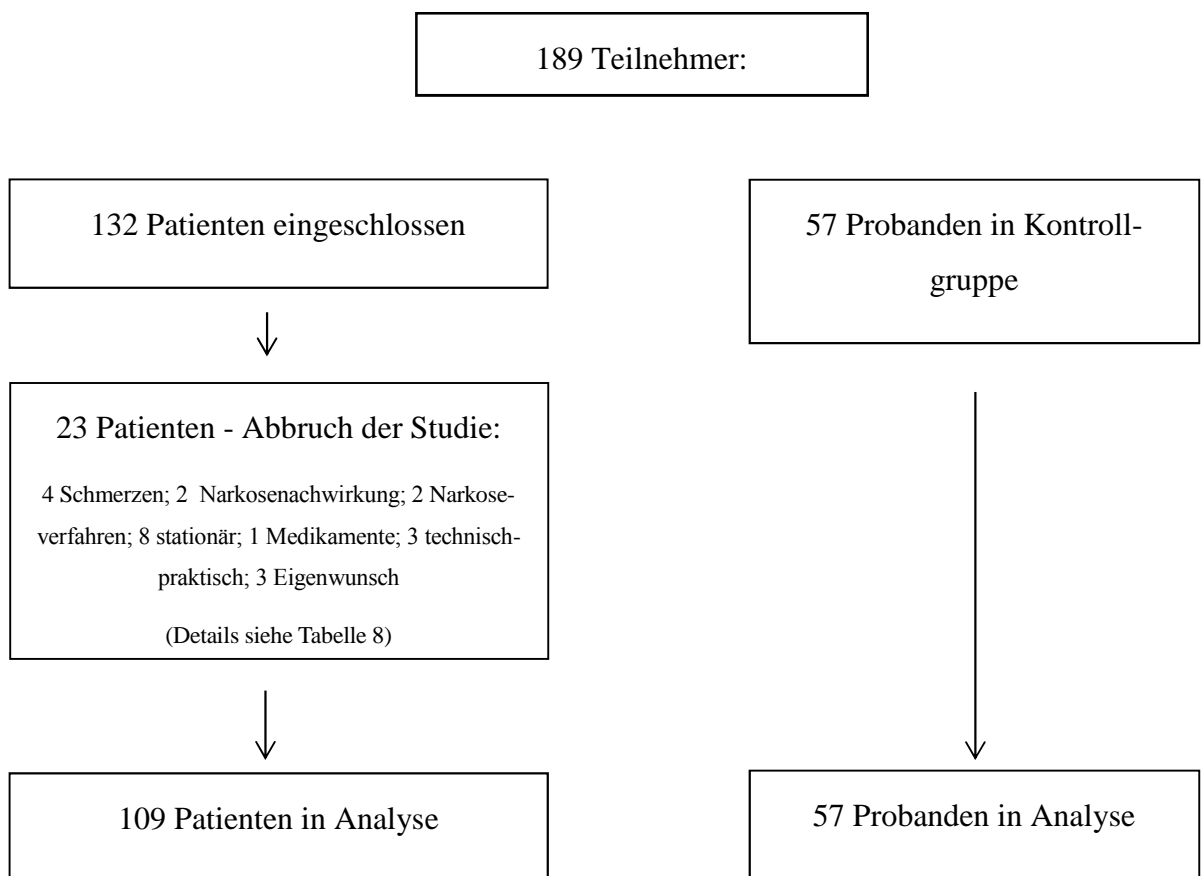
Die einzelnen Gruppenmittelwerte der Tests zu den drei Zeitpunkten wurden auf Signifikanz zwischen den Gruppen zu gleichen Zeitpunkten und auf Signifikanz innerhalb einer Gruppe zu unterschiedlichen Zeiten mittels T-Test für gepaarte Stichproben und Varianzanalyse untersucht. Es wurde eine Fehlerwahrscheinlichkeit von  $\alpha = 5\%$  zugelassen und außerdem eine Bonferroni-Adjustierung bei Mehrfachvergleichen vorgenommen.

Die Korrelation wurde mittels Korrelationskoeffizienten nach Pearson (2-seitig) bestimmt.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Studiendaten

189 Teilnehmer wurden in die Studie aufgenommen, davon 132 Patienten in die Patienten-Gruppe und 57 Probanden in die Kontroll-Gruppe. 23 von 132 Patienten haben die Studie abgebrochen (Details zu Studienabbrüchen siehe Tab. 8).



**Abb. 9:** Studienschema

**Tab. 8:** Details zu Studienabbruchgründen der Patienten

| Anzahl der Patienten | Abbruchkriterium    | Details   |
|----------------------|---------------------|---|
| 4                    | Schmerzen           | Schmerzen, die zum Abbruch führten oder zusätzliche Medikamente   |
| 2                    | Narkosenachwirkung  | Unfähigkeit die Tests postoperativ durch Müdigkeit durchzuführen  |
| 2                    | Narkoseverfahren    | Gas zur Narkose bekommen  |
| 8                    | stationär           | Patienten aus verschiedenen Gründen stationär geblieben   |
| 1                    | Medikamente         | Nicht studienkonforme Medikamente erhalten  |
| 3                    | Technisch-praktisch | 1 x Lesebrille vergessen, 1 x Flexüle para gelaufen → Schmerzmittelverbrauch nicht erfassbar, 1 x Computerfehler - Laptopstromversorgung fehlerhaft |
| 3                    | Eigenwunsch         | Auf eigenen Wunsch die Studienteilnahme abgesagt  |

## 5.2 Teilnehmermerkmale

### Alter, Geschlecht, BMI

Beide Teilnehmergruppen waren vom Geschlecht weiblich. Im Alter unterschieden sie sich im Mittelwert um ca. 12 Jahre. Hinsichtlich des Body Mass Index = BMI unterschieden sich beide Gruppen um ca. 3 Punktwerte.

**Tab. 9:** Körperliche Teilnehmereigenschaften; Alter, Gewicht, Größe, BMI: Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung

|   | Patienten-Gruppe<br>(n=109) | Kontroll-Gruppe<br>(n=57) | p-Wert |
|---|-----------------------------|---------------------------|--------|
| Alter (Jahre)                           | 37,6 $\pm$ 12,0             | 25,1 $\pm$ 6,7            | <0,001 |
| Gewicht (kg)                            | 72,5 $\pm$ 16,2             | 66,0 $\pm$ 11,0           | =0,003 |
| Größe (cm)                              | 167 $\pm$ 6                 | 169 $\pm$ 7               | n.s.   |
| Body Mass Index<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | 26,2 $\pm$ 5,8              | 23,0 $\pm$ 3,5            | <0,001 |

### Bildungs- und Berufsstatus

In der Kontroll-Gruppe waren am meisten Studenten vertreten, prozentual fast genauso viele, wie nicht-akademisch Berufstätige in der Patienten-Gruppe.

**Tab. 10:** Berufs- und Bildungsstatus: Anzahl (Prozent der jeweiligen Gruppe)

|                                   | Patienten n= 109 | Probanden n= 57 |
|-----------------------------------|------------------|-----------------|
| Berufstätig – Akademiker          | 8 (7,3 %)        | 3 (5,3 %)       |
| Student                           | 8 (7,3 %)        | 41 (71,9 %)     |
| Berufstätig –<br>Nicht-Akademiker | 73 (67,0 %)      | 9 (15,8 %)      |
| Auszubildend                      | 9 (8,3 %)        | 4 (7,0 %)       |
| Nicht-berufstätig                 | 11 (10,1 %)      | 0 (0 %)         |



### 5.3 PADSS Score

Die Patienten wiesen postoperativ zum Testzeitpunkt Zeit 2 PADSS Score Werte von mindestens 7 auf. 66 Patienten (60 %) hatten 8 Punkte postoperativ, 39 Patienten (35 %) wiesen bereits 9 Punkte auf.

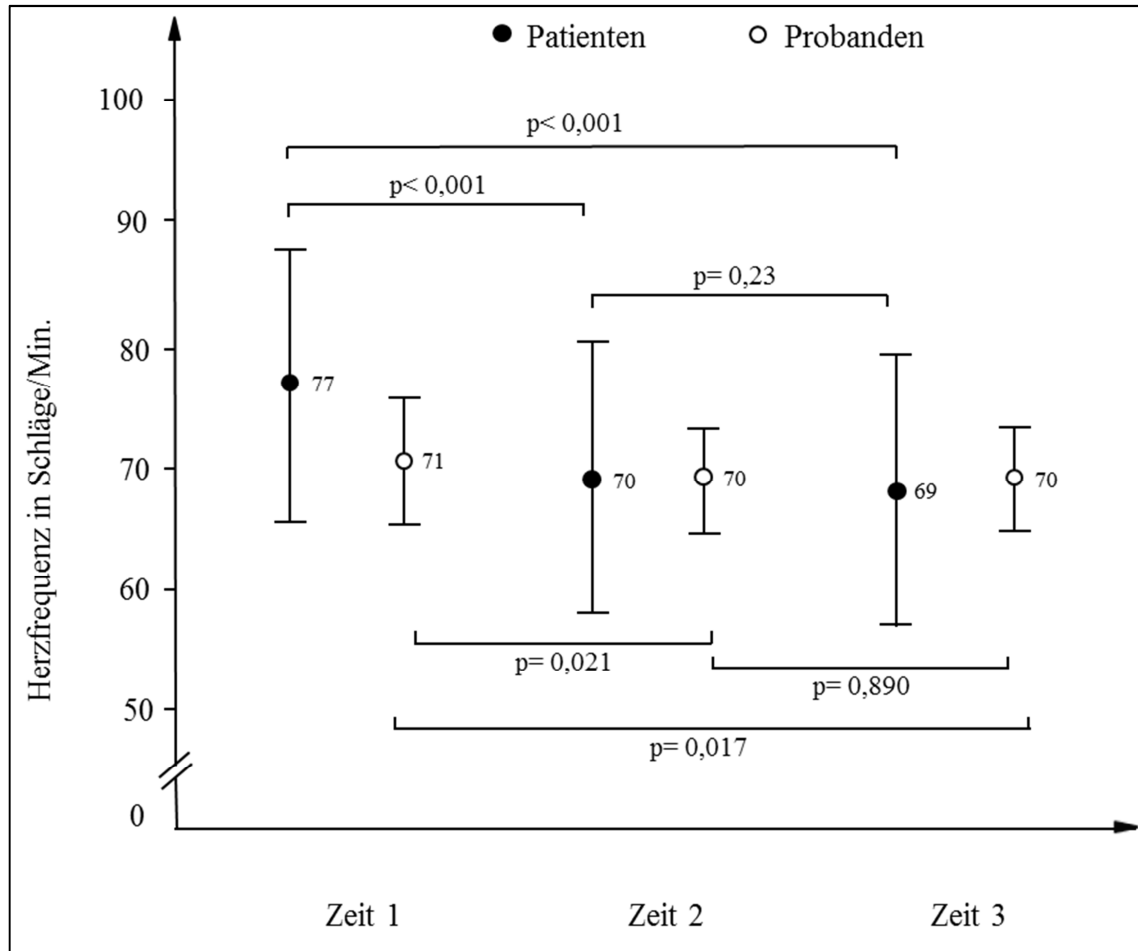
Der PADSS-Score zur Zeit 3 war bei 92 Patienten (84 %) bei der maximal möglichen Punktzahl von 10 vor Entlassung aus dem AWR.

**Tab. 11:** PADSS-Score

| PADSS-Score | Zeit 2      | Zeit 3      |
|-------------|-------------|-------------|
| 7           | 3 (2,8 %)   | 0 (0 %)     |
| 8           | 66 (60,6 %) | 1 (0,9 %)   |
| 9           | 39 (35,8 %) | 16 (14,7 %) |
| 10          | 1 (0,9 %)   | 92 (84,4 %) |

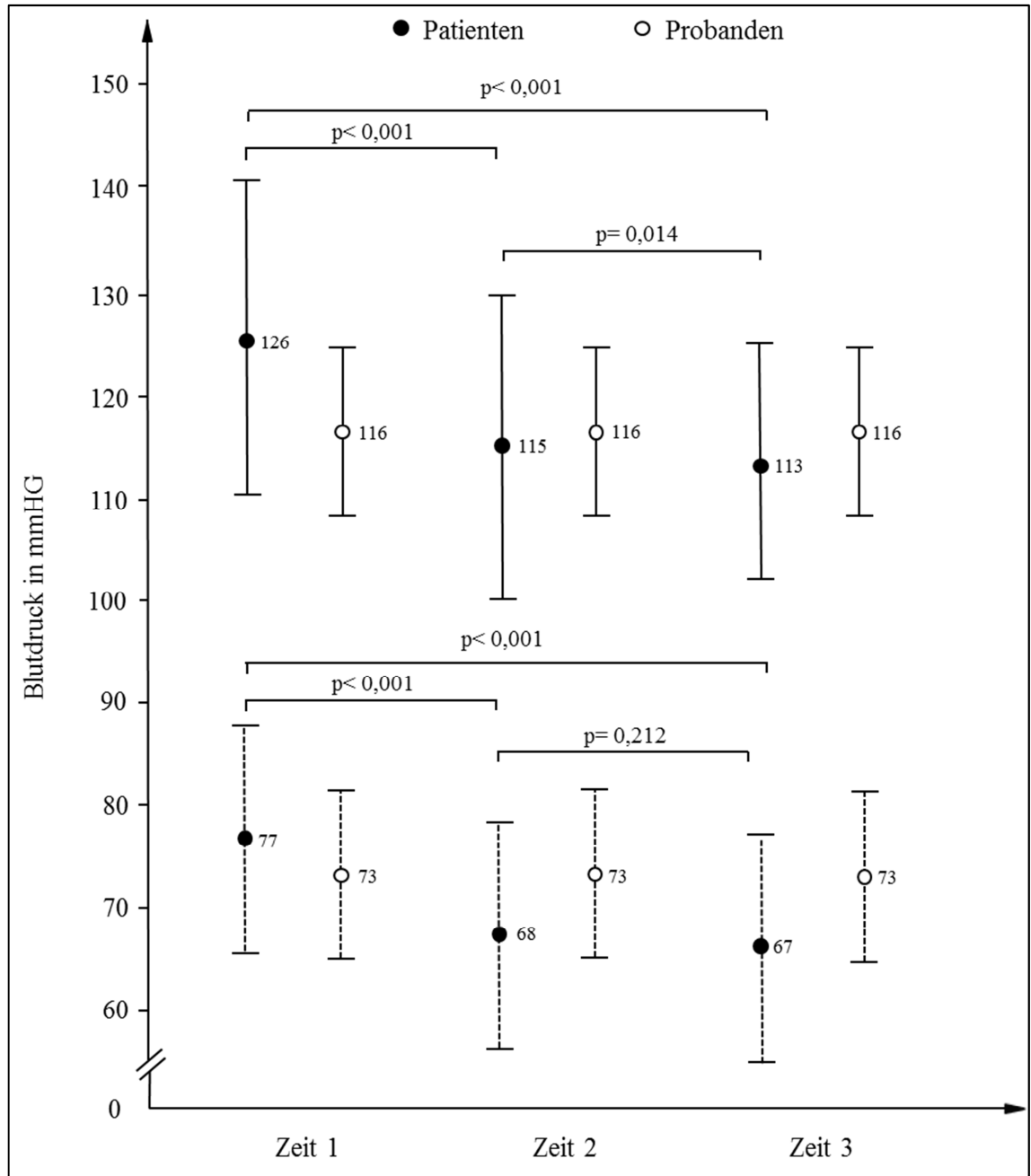
### 5.4 Kreislaufparameter

Die Herzfrequenz sank bei den Patienten im zweiten Durchgang im Vergleich zum ersten Durchgang ab und blieb folgend nahezu unverändert. Bei den Probanden wurde keine signifikanten Schwankungen der Herzfrequenz verzeichnet.



**Abb. 10:** Herzfrequenz im Verlauf der Studie - Herzfrequenz als Schläge pro Minute entsprechend Mittelwert  $\pm$  SD dargestellt, Signifikanz dargestellt als p-Werte nach Bonferoni-Korrektur

Der Blutdruck wurde bei den Patienten mittels automatischer nicht-invasiver Blutdruckmessung oszillatorisch im AWR gemessen. Bei den Probanden wurde vor jedem Testdurchgang der Blutdruck manuell mittels Oberarmmanschette nach der Methode Riva-Rocci gemessen. Der systolische und diastolische Blutdruckwert der Patienten fiel im Mittel postoperativ zum Zeitpunkt 2 um ca. 10 mmHg im Vergleich zum präoperativen Wert ab ( $p < 0,001$ ) und blieb nahezu unverändert zum Zeitpunkt 3. Bei den Probanden veränderte sich der Blutdruck nicht signifikant.



**Abb. 11:** Blutdruck im Verlauf der Studie: Blutdruck als mmHG entsprechend Mittelwert und SD dargestellt; durchgehende Linie entspricht systolischem Wert, gestrichelte Linie entspricht diastolischem Wert; Messung bei den Patienten mittels nicht-invasive Blutdruckmessung (NIBP), bei den Probanden mittels Riva-Rocci Methode; Signifikanz dargestellt als p-Werte nach Bonferroni-Korrektur

## 5.5 Narkosedaten

Die Narkosedauer betrug im Mittel um die 23 Minuten (siehe Tab. 12).

**Tab. 12:** Narkosedauer

|   | Patienten (n=109) |
|---|-------------------|
| Dauer der Narkose in Minuten<br>(Mittelwert $\pm$ SD) | 22,9 $\pm$ 11,4   |

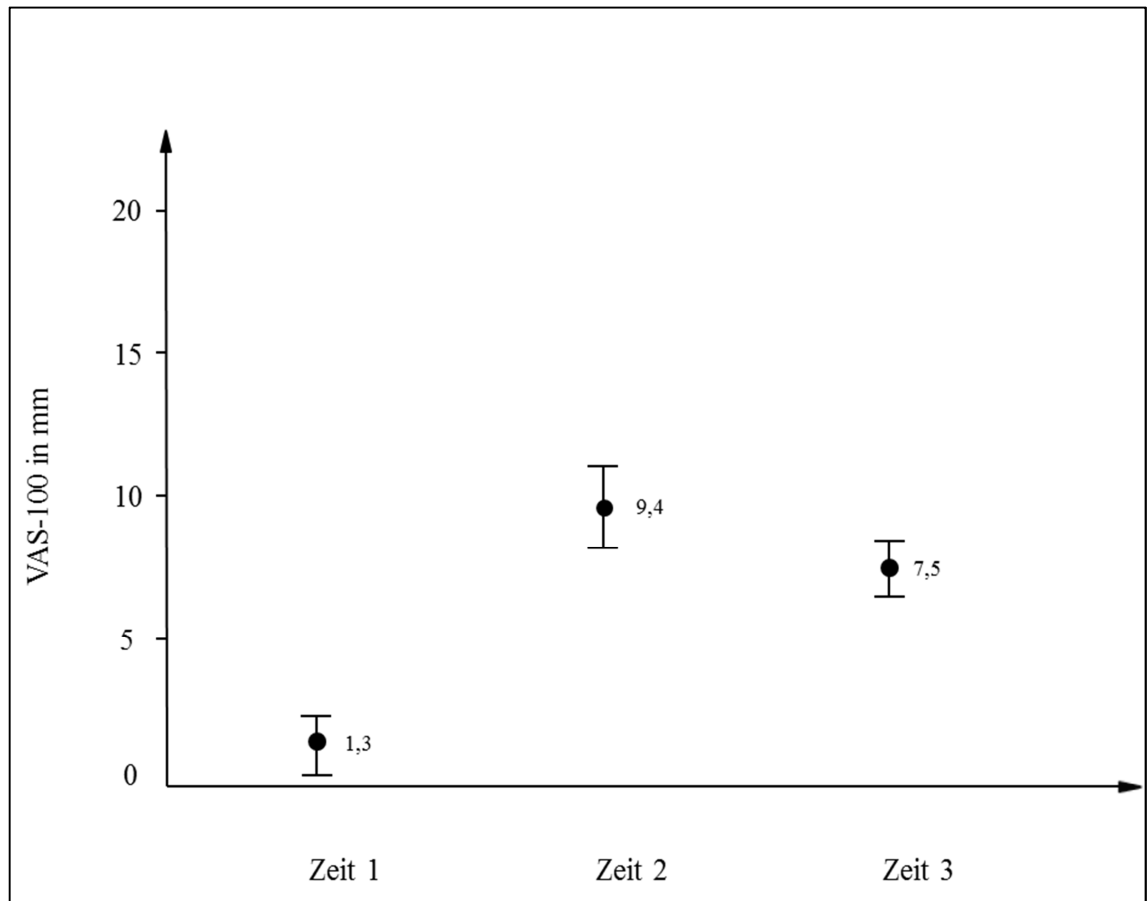
Die Art der Atemwegsicherung während Narkose erfolgte bei den Patienten (n=109) hauptsächlich über Maskenbeatmung (siehe Tab. 13).

**Tab. 13:** Narkose – Atemwegssicherung

|                | Patienten (n=109)<br>Häufigkeit: | Prozent: |
|----------------|----------------------------------|----------|
| Maskenbeatmung | 87                               | 79,8     |
| Larynxmaske    | 14                               | 12,8     |
| Intubation     | 8                                | 7,3      |

## 5.6 Schmerzintensität

Die Schmerzintensität wurde bei den Patienten zu jedem Testdurchgang mittels Visueller Analogskala 0 – 100 mm (VAS 100) ermittelt.



**Abb. 12:** VAS-100: Angaben in mm; alle Werte dargestellt als Mittelwerte  $\pm$  SEM

## 5.7 Piritramidverbrauch

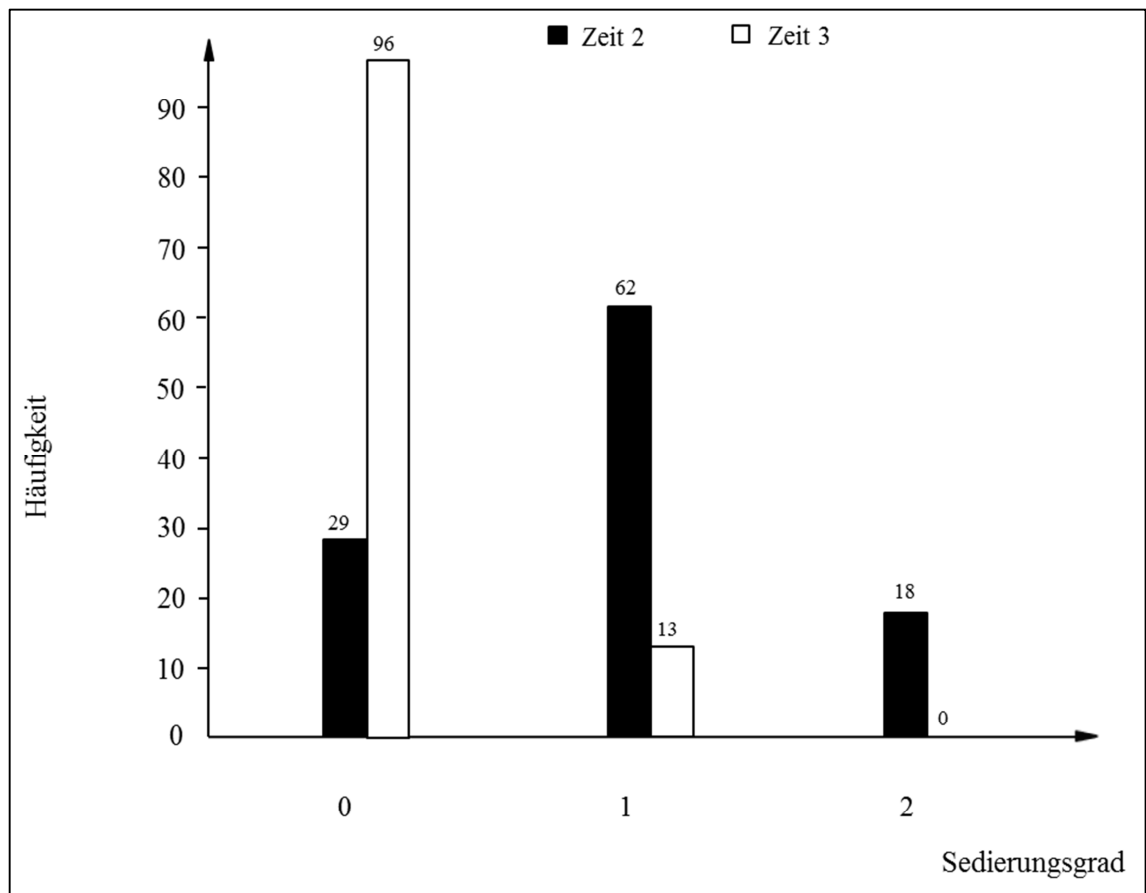
94 Patienten (86%) von 109 haben kein Piritramid i.v. im AWR bekommen. 10 Patienten (9%) haben 5 mg Piritramid und 4 Patienten (4%) haben mehr als 5 mg, maximal jedoch 8 mg Piritramid (= 2 Patienten), im AWR erhalten.

**Tab. 14:** Patienten mit Piritramiderhalt (n=15)

| Patienten mit Piritramiderhalt<br>n=15 | Minimum | Maximum | Mittelwert | Standardabweichung |
|--|---------|---------|------------|--------------------|
| Piritramiddosis<br>in mg               | 4,0     | 8,0     | 5,5        | 1,2                |

## 5.8 Sedierung

Der Sedierungsgrad wurde bei den Patienten postoperativ zum Zeitpunkt 2 und 3 vor der Durchführung des jeweiligen Testdurchgangs anhand einer Skala von 0 bis 3 bestimmt.



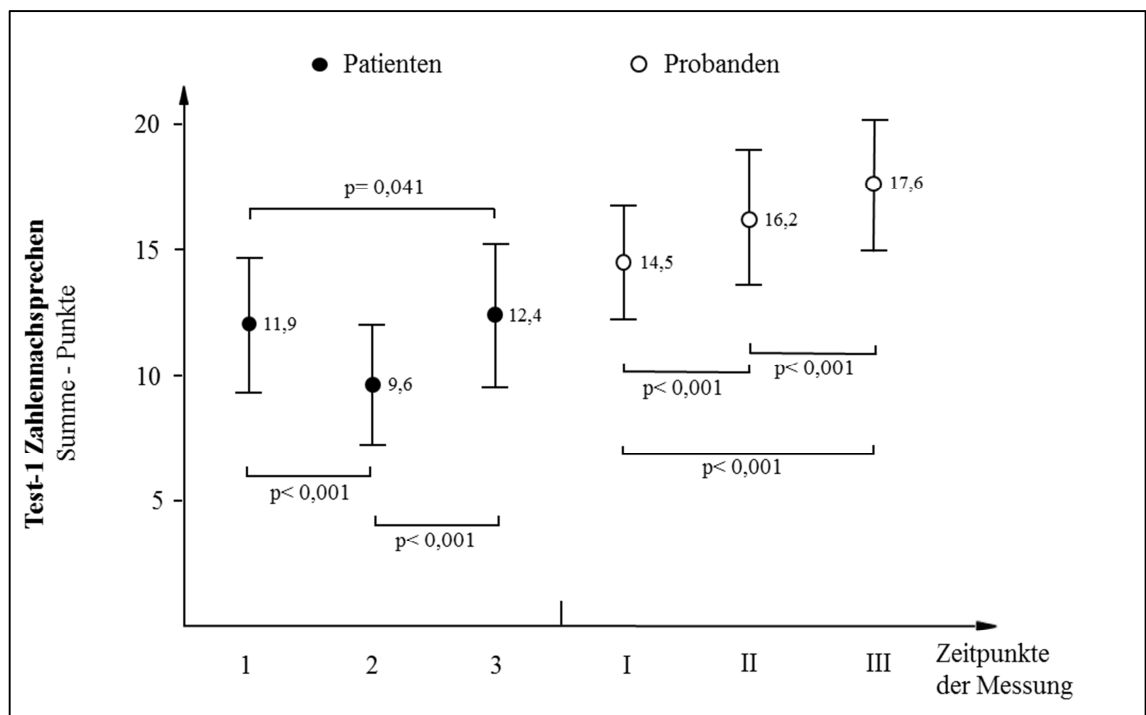
**Abb. 13:** Sedierungsgrad: Skala 0= keine Sedierung; 1= leichte Sedierung; 2= moderate Sedierung; 3= tiefe Sedierung; n= 109 Patienten

## 5.9 Übelkeit und Erbrechen

Übelkeit und Erbrechen wurde postoperativ zu den Testzeitpunkten 2 und 3 auf einer Skala von 0 bis 3 eingeteilt (siehe Tab. 7). Einteilung nach Skala 0 bedeutete hierbei keine Nausea bzw. Erbrechen, 1 leichte Nausea, 2 starke Nausea und die maximale Punktzahl von 3 bedeutete Erbrechen. Lediglich ein Patient von 109 wurde postoperativ zum Testzeitpunkt 2 auf der Skala bei 1 eingestuft, die anderen wurden alle bei 0 eingestuft. Zum Zeitpunkt 3 waren alle Patienten bei 0 eingestuft.

## 5.10 Test-1 Kurzzeitgedächtnis

Beim Zahlennachsprechttest der Patienten konnte man zum Zeitpunkt 2 eine Verschlechterung in jedem Teiltest um einen Punkt im Vergleich zum ersten Durchgang verzeichnen ( $p < 0,001$ ). Bei den Probanden konnte man eine Steigerung mit jedem Durchgang um ca. 1 Punkt beim Zahlennachsprechen vorwärts sowie auch rückwärts verzeichnen ( $p < 0,001$ ).



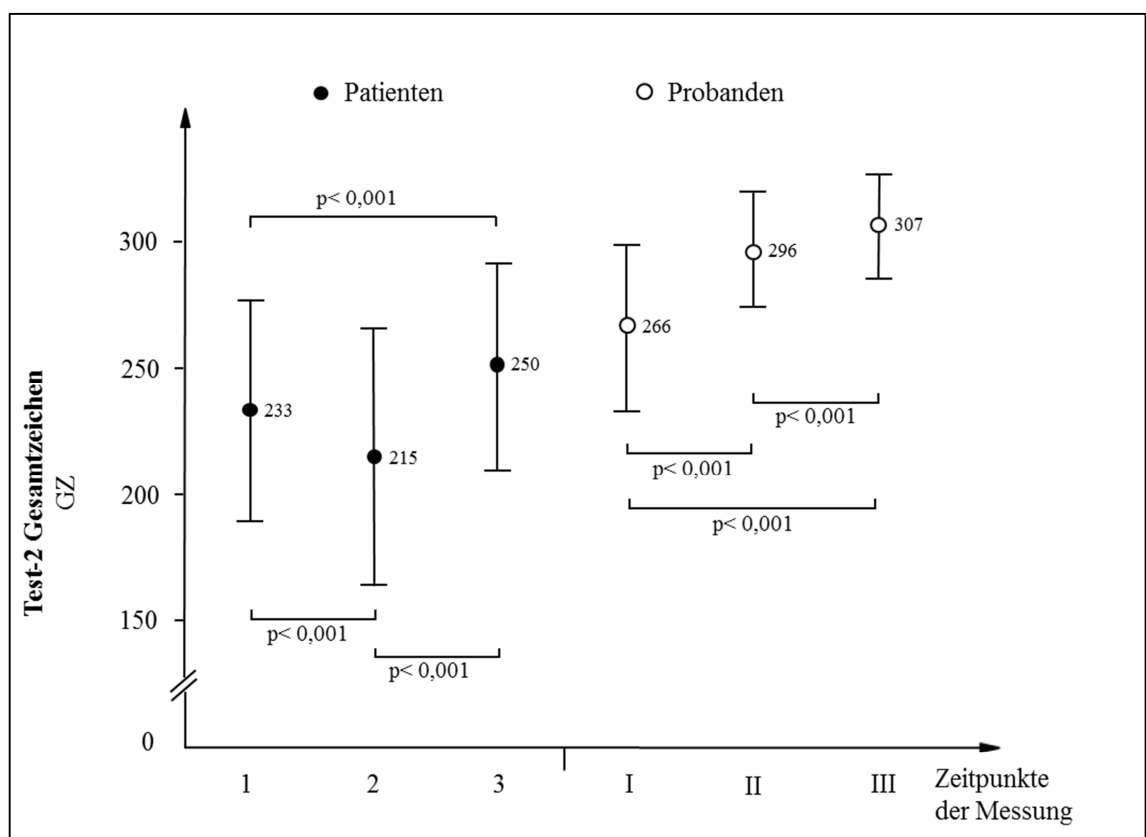
**Abb. 14:** Zahlennachsprechen Summe: Darstellung der Werte entsprechend erreichter Punkte als Mittelwerte + SD; schwarze Symbole entsprechen Testergebnissen der Patienten; weiße Symbole entsprechen Testergebnissen der Probanden; Signifikanz dargestellt als p-Werte nach Bonferroni-Korrektur



## 5.11 Test-2 Konzentrationstest

### Gesamtzeichen GZ:

Die Patienten bearbeiteten im zweiten Testdurchgang postoperativ im Mittel ca. 18 Zeichen weniger als im ersten Durchgang und verbesserten sich um ca. 17 Zeichen im dritten Testdurchgang im Vergleich zum ersten. Die Probanden verbesserten sich stets vom ersten zum zweiten Durchgang im Mittel um 30 und vom zweiten zum dritten Durchgang um ca. 11 Zeichen. Alle Unterschiede der Mittelwerte sind statistisch signifikant.

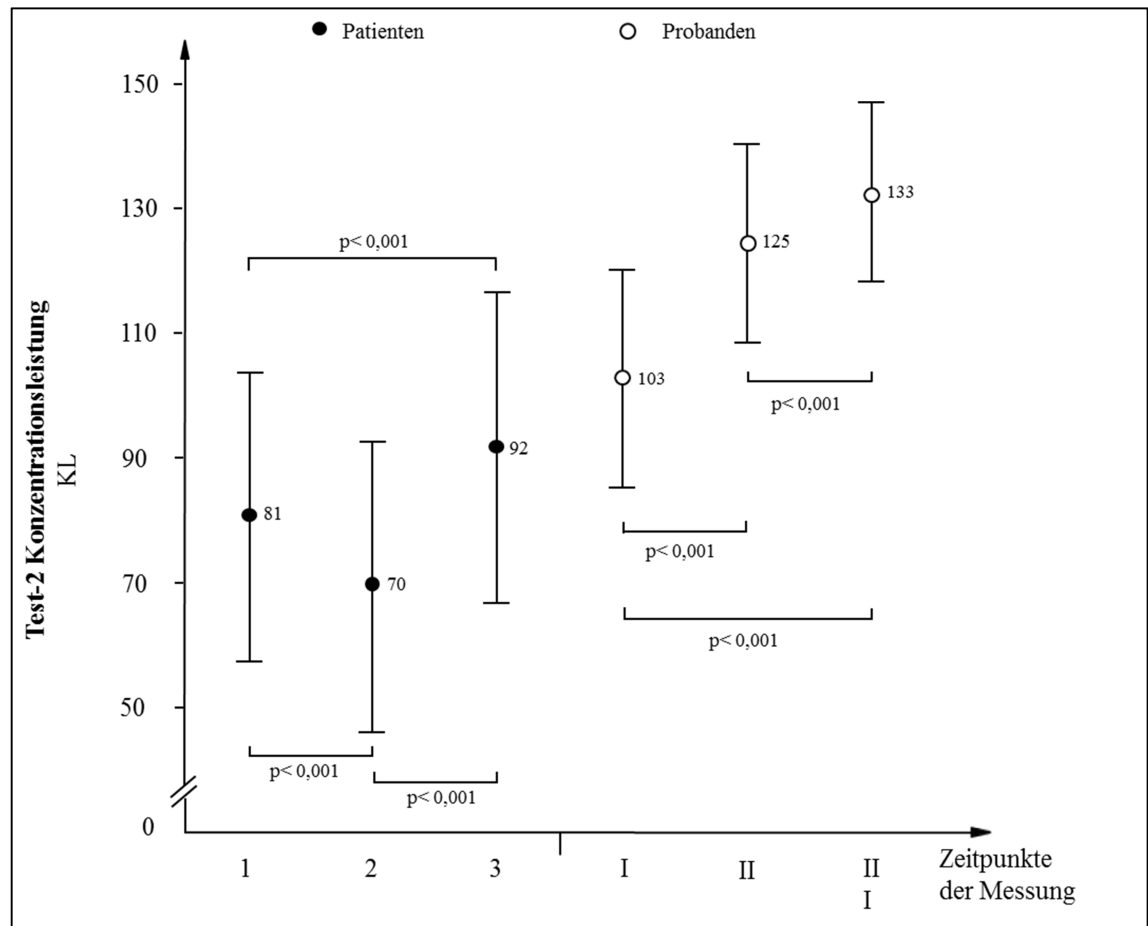


**Abb. 15:** Test-2 Gesamtzeichen: alle Werte entsprechen Mittelwerte + SD; schwarze Symbole entsprechen Testergebnissen der Patienten; weiße Symbole entsprechen Testergebnissen der Probanden; Signifikanz dargestellt als p-Werte nach Bonferroni-Korrektur

### Konzentrationsleistung KL:

Die Konzentrationsleistung berechnet sich aus der Anzahl richtig durchgestrichener Zeichen („d“ mit zwei Strichen) minus der Anzahl falsch durchgestrichener Zeichen (Verwechslungsfehler  $F_2$ ).

In der Patientengruppe verschlechterte sich die Konzentrationsleistung postoperativ zum Zeitpunkt 2 im Mittel um ca. 10 Punkte im Vergleich zum ersten Durchgang ( $p < 0,001$ ) und stieg im dritten Durchgang um 12 Punkte im Vergleich zum ersten Durchgang an ( $p < 0,001$ ). Es ist also eine Verbesserung vom ersten zum letzten Durchgang zu verzeichnen und eine Verschlechterung vom ersten zum zweiten. Die Probandengruppe lag bereits beim ersten Durchgang im Mittel mit 23 Punkte ( $p < 0,001$ ) über der Patientengruppe und verbesserte sich stets, zum zweiten Durchgang um 11 und vom zweiten zum dritten Durchgang um 8 Punkte. Die Probandengruppe verbesserte sich um eine fast dreimal so große Punktzahl (29) im Vergleich vom ersten zum letzten Durchgang, wie die Patientengruppe vom ersten zum letzten Durchgang (12 Punkte) ( $p < 0,001$ ).

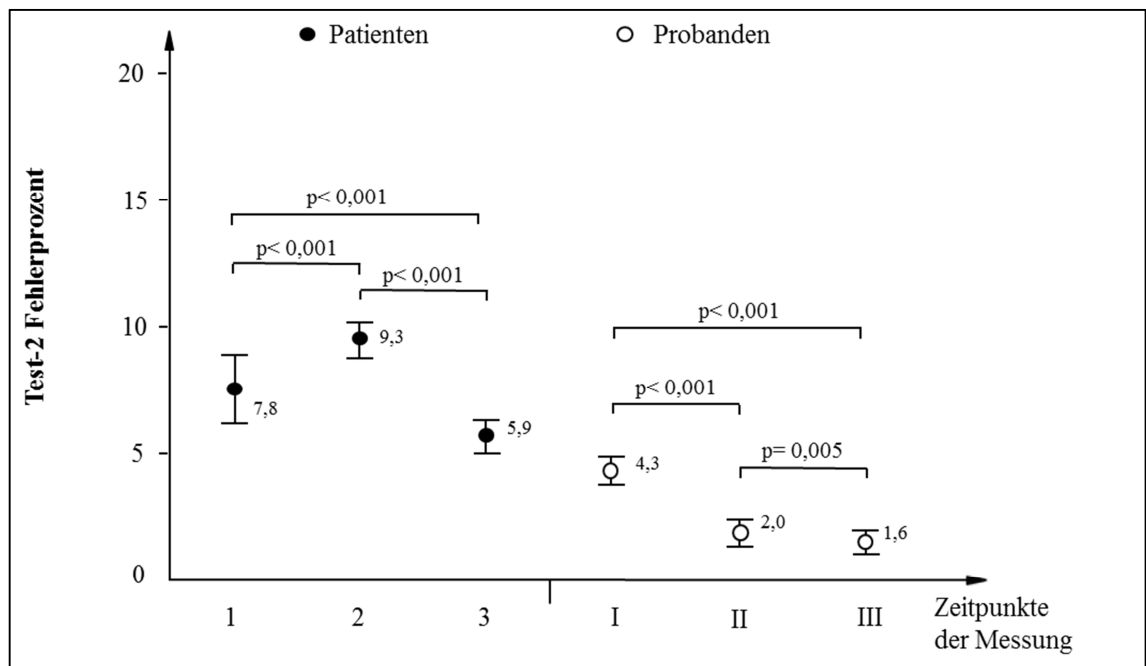


**Abb. 16:** Test-2 Konzentrationsleistung: alle Werte entsprechen Mittelwerte + SD; schwarze Symbole entsprechen Testergebnissen der Patienten; weiße Symbole entsprechen Testergebnissen der Probanden; Signifikanz dargestellt als p-Werte nach Bonferroni-Korrektur

Die Unterschiede der Mittelwerte der einzelnen Testzeitpunkte sind zwischen allen Vergleichen signifikant ( $p < 0,001$ ).

### Fehler F:

Der Fehlerrohwert berechnet sich durch Addition der Auslassfehler  $F_1$  und der Verwechslungsfehler  $F_2$ . Aus der Summe lassen sich Fehlerprozentage  $F\%$  der jeweils bearbeiteten Gesamtzeichen eines Durchgangs berechnen.



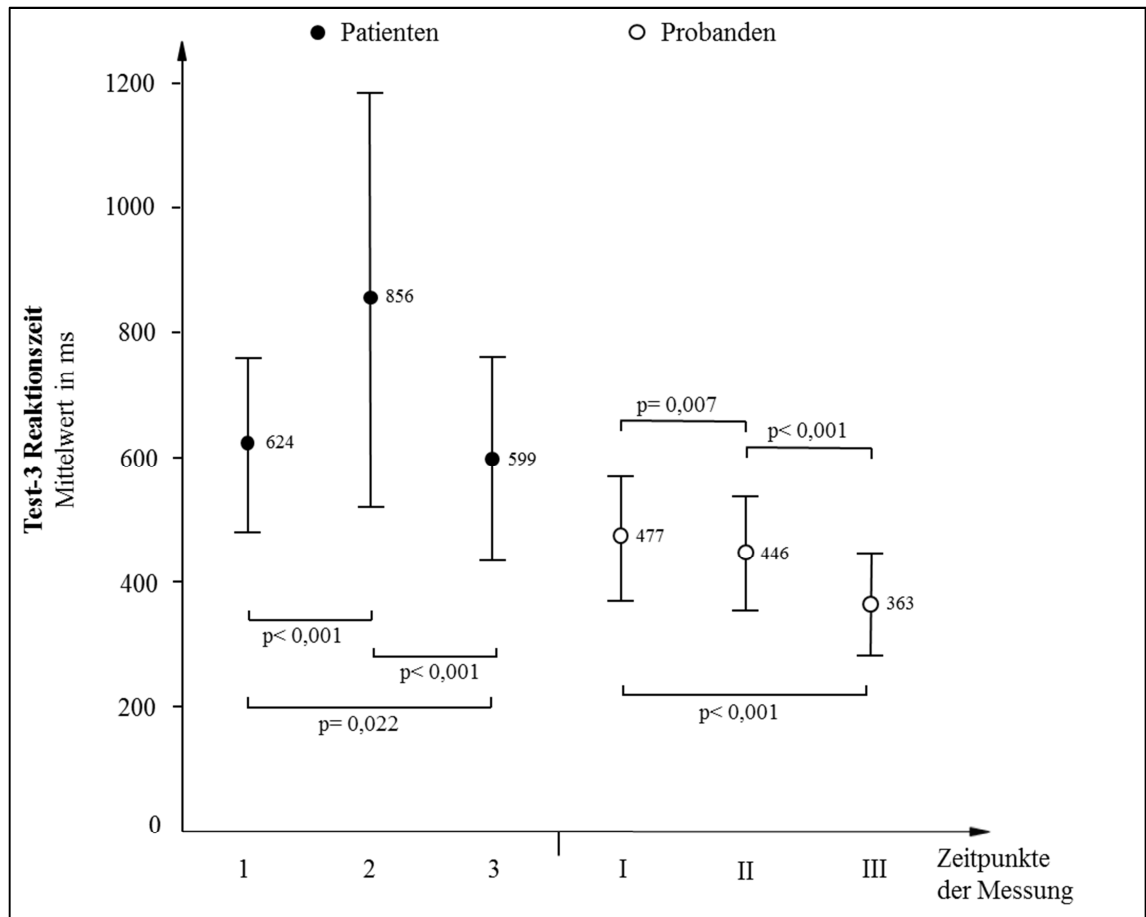
**Abb. 17:** Test-2 Fehlerprozent: alle Werte entsprechen Mittelwerte  $\pm$  SEM; schwarze Symbole entsprechen Testergebnissen der Patienten; weiße Symbole entsprechen Testergebnissen der Probanden; Signifikanz dargestellt als p-Werte nach Bonferroni-Korrektur

## 5.12 Test-3 Reaktionszeit

Es wurde aus jedem Testdurchgang jeweils bestehend aus 10 einzelnen Reaktionszeiten der Mittelwert ermittelt und verglichen.

Die Patienten waren postoperativ im zweiten Testdurchgang signifikant langsamer im Vergleich zum ersten Durchgang ( $p < 0,001$ ) und wiederum schneller im Vergleich vom zweiten Durchgang zum dritten Durchgang ( $p < 0,001$ ).

Die Probanden waren bei diesem Test signifikant schneller mit jedem weiteren Durchgang, der absolviert wurde. Der Unterschied dabei war zwischen dem ersten und zweiten Durchgang am geringsten, aber signifikant ( $p=0,007$ ). Alle weiteren Unterschiede zwischen den Durchgängen der Probanden waren signifikant mit  $p<0,001$ .



**Abb. 18:** Test-3 Reaktionszeit: Mittelwert  $\pm$  SD; schwarze Symbole entsprechen Testergebnissen der Patienten; weiße Symbole entsprechen Testergebnissen der Probanden; Signifikanz dargestellt als p-Werte nach Bonferroni-Korrektur

## 5.13 Subgruppenvergleiche in der Patientengruppe

### 5.13.1 Altersunterschiede der Testwerte

#### Reaktionszeit nach Alter

Um Altersunterschiede der Testergebnisse zu sehen, wurde die Patientengruppe geteilt zwischen Patienten mit einem Alter von 18 bis 35 Jahren und solchen größer gleich 36 bis 55 Jahren (siehe Tab. 15).

Patientengruppe (n=109):    47 Patienten < 36 Jahre

62 Patienten  $\geq 36 \leq 55$  Jahre

Auf eine Untersuchung und Gegenüberstellung der Testergebnisse der Probanden auf Altersunterschiede wurde hierbei verzichtet, da nur 4 von 57 Probanden  $\geq 36$  Jahre alt waren.

**Tab. 15:** Testergebnisse nach Alter der Patienten; Reaktionszeit in ms; Kurzzeitgedächtnis, Konzentrationsleistung und PADSS-Score in Punkte; Werte als MW  $\pm$  SD

|                                  | n= 47 Patienten<br>< 36 Jahre | n= 62 Patienten<br>$\geq 36 \leq 55$ Jahre | p-Wert           |
|----------------------------------|-------------------------------|--|------------------|
| Reaktionszeit Zeit 1             | 562 + 111                     | 671 + 156                                  | <i>&lt;0,001</i> |
| Reaktionszeit Zeit 2             | 738 + 185                     | 946 + 393                                  | <i>0,002</i>     |
| Reaktionszeit Zeit 3             | 535 + 142                     | 647 + 163                                  | <i>0,002</i>     |
| Kurzzeitgedächtnis<br>Zeit 1     | 12,4 + 2,7                    | 11,6 + 2,8                                 | 0,150            |
| Kurzzeitgedächtnis<br>Zeit 2     | 9,9 + 2,0                     | 9,4 + 2,7                                  | 0,178            |
| Kurzzeitgedächtnis<br>Zeit 3     | 12,6 + 2,8                    | 12,2 + 2,8                                 | 0,440            |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 1 | 89 + 20                       | 74 + 25                                    | <i>0,001</i>     |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 2 | 72 + 22                       | 68 + 25                                    | 0,469            |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 3 | 100 + 21                      | 86 + 26                                    | <i>0,007</i>     |
| PADSS-Score Zeit 2               | 8,3 + 0,6                     | 8,4 + 0,5                                  | <i>0,405</i>     |
| PADSS-Score Zeit 3               | 9,8 + 0,4                     | 9,8 + 0,4                                  | <i>0,908</i>     |

Man konnte hierbei einen statistisch signifikanten Altersunterschied im Reaktionstest zu allen Zeitpunkten sehen, sowie einen statistischen Altersunterschied zwischen dem Konzentrationstest vor OP und vor Entlassung aus dem AWR.

### 5.13.2 Piritramiderhalt als abhängige Variable

Von den 109 eingeschlossenen Patienten hatten 15 postoperativ im AWR Piritramid i.v. zur Schmerztherapie erhalten (MW= 5,5 mg  $\pm$  1,9) und 94 Patienten erhielten kein Piritramid postoperativ. Die beiden Patientengruppen wurden hinsichtlich dem postoperativen PADSS-Score, Zahlennachsprechen, Konzentrationsleistung und Reaktionszeit untersucht.

**Tab. 16:** Piritramiderhalt als abhängige Variable für Testergebnisse; PADSS-Score, Kurzzeitgedächtnis und Konzentrationsleistung in Punkte, Reaktionszeit in ms, alle Werte als MW  $\pm$  SD

|                               | Piritramid<br>erhalten (n=15) | Kein Piritramid<br>erhalten (n=94) | p-Wert |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------|
| PADSS-Score Zeit 2            | 8,0 $\pm$ 0,5                 | 8,4 $\pm$ 0,5                      | 0,008  |
| PADSS-Score Zeit 3            | 9,9 $\pm$ 0,4                 | 9,7 $\pm$ 0,5                      | 0,077  |
| Kurzzeitgedächtnis Zeit 1     | 11,9 $\pm$ 2,3                | 12,0 $\pm$ 2,8                     | 0,986  |
| Kurzzeitgedächtnis Zeit 2     | 10,3 $\pm$ 2,4                | 9,5 $\pm$ 2,4                      | 0,211  |
| Kurzzeitgedächtnis Zeit 3     | 12,5 $\pm$ 2,6                | 12,3 $\pm$ 2,8                     | 0,784  |
| Konzentrationsleistung Zeit 1 | 84 $\pm$ 18                   | 80 $\pm$ 25                        | 0,572  |
| Konzentrationsleistung Zeit 2 | 68 $\pm$ 18                   | 70 $\pm$ 25                        | 0,829  |
| Konzentrationsleistung Zeit 3 | 93 $\pm$ 18                   | 92 $\pm$ 26                        | 0,970  |
| Reaktionszeit Zeit 1          | 628 $\pm$ 127                 | 623 $\pm$ 152                      | 0,918  |
| Reaktionszeit Zeit 2          | 838 $\pm$ 325                 | 859 $\pm$ 339                      | 0,820  |
| Reaktionszeit Zeit 3          | 580 $\pm$ 189                 | 602 $\pm$ 160                      | 0,636  |

### Zusammenfassung:

Die Subgruppe mit Piritramiderhalt (n=15) hatte auch einen im Mittel 0,4 Punkte signifikant niedrigeren postoperativen PADSS-Score. Allerdings ist die Subgruppe relativ klein mit 15 vs. 94 Patienten, die kein Piritramid erhalten hatte und der Unterschied von 0,4 Punkte im PADSS-Score ebenfalls gering, wenn man betrachtet, dass hierbei nur volle Punktzahlen vergeben werden können.

Im Kurzzeitgedächtnistest, Konzentrationstest und Reaktionstest konnte kein signifikanter Unterschied in den Subgruppen festgestellt werden (siehe Tab. 16).

### 5.13.3 Postoperativer PADSS-Score als abhängige Variable

Hierbei wurden die Ergebnisse der Tests abhängig von der postoperativ erreichten Punktzahl des PADSS-Score zum Zeitpunkt Zeit 2 verglichen:

**Tab. 17:** PADSS als abhängige Variable für Testergebnisse; Kurzzeitgedächtnis und Konzentrationsleistung in Punkte, Reaktionszeit in ms, alle Werte als MW  $\pm$  SD

|                               | PADSS=8 (n=66) | PADSS=9 (n=39) | p-Wert  |
|-------------------------------|----------------|----------------|---------|
| Kurzzeitgedächtnis Zeit 1     | 11,7 $\pm$ 2,5 | 12,5 $\pm$ 3,2 | 0,164   |
| Kurzzeitgedächtnis Zeit 2     | 9,2 $\pm$ 2,4  | 10,1 $\pm$ 2,3 | 0,071   |
| Kurzzeitgedächtnis Zeit 3     | 12,1 $\pm$ 2,8 | 12,7 $\pm$ 2,7 | 0,246   |
| Konzentrationsleistung Zeit 1 | 77 $\pm$ 26    | 85 $\pm$ 22    | 0,080   |
| Konzentrationsleistung Zeit 2 | 63 $\pm$ 25    | 78 $\pm$ 19    | 0,002   |
| Konzentrationsleistung Zeit 3 | 88 $\pm$ 27    | 98 $\pm$ 21    | 0,058   |
| Reaktionszeit Zeit 1          | 656 $\pm$ 154  | 580 $\pm$ 127  | 0,011   |
| Reaktionszeit Zeit 2          | 949 $\pm$ 384  | 714 $\pm$ 170  | < 0,001 |
| Reaktionszeit Zeit 3          | 632 $\pm$ 176  | 545 $\pm$ 133  | 0,009   |



### Zusammenfassung und Signifikanz:

Es wurden alle Mittelwerte hinsichtlich signifikanter Sub-Gruppenunterschiede zu allen Zeiten verglichen abhängig vom postoperativen PADSS-Score. Beim Kurzzeitgedächtnistest ergab sich kein signifikanter Unterschied, beim Konzentrationstests ein Unterschied zur Zeit 2 ( $p=0,002$ ) und beim Reaktionstest waren alle Unterschiede von Zeit 1 bis 3 statistisch signifikant (siehe Tab. 17). Die Patienten, die postoperativ bereits 9 Punkte im PADSS-Score aufwiesen, konnten demnach auch postoperativ im Konzentrationstest eine bessere Leistung und schnellere Reaktionszeit erreichen. Allerdings war diese Gruppe auch bereits vor OP zur Zeit 1 im Reaktionstest signifikant schneller.

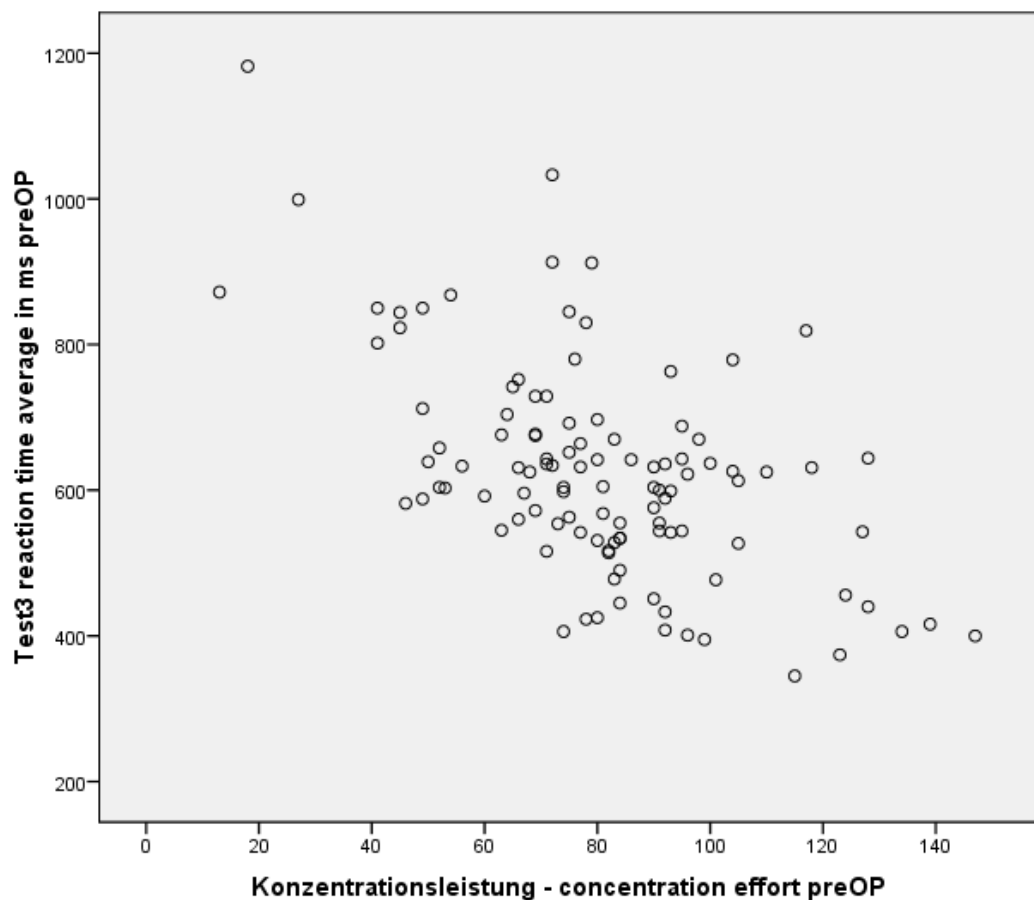
## 5.14 Korrelationen der Reaktionszeit

### Patienten-Gruppe:

**Tab. 18:** Korrelation Patienten CRT mit anderen Testergebnissen

|                                  |                                 | Reaktionszeit<br>Zeit 1 | Reaktionszeit<br>Zeit 2 | Reaktionszeit<br>Zeit 3 |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kurzzeitgedächtnistest<br>Zeit 1 | Pearson Corr<br>Sig. (2-tailed) | <b>-0,275</b><br>0,004  |                         |                         |
| Kurzzeitgedächtnistest<br>Zeit 2 |                                 |                         | <b>-0,234</b><br>0,014  |                         |
| Kurzzeitgedächtnistest<br>Zeit 3 |                                 |                         |                         | <b>-0,387</b><br><0,001 |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 1 |                                 | <b>-0,568</b><br><0,001 |                         |                         |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 2 |                                 |                         | <b>-0,393</b><br><0,001 |                         |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 3 |                                 |                         |                         | <b>-0,513</b><br><0,001 |
| PADSS Zeit 2                     |                                 |                         | <b>-0,259</b><br>0,007  |                         |
| PADSS Zeit 3                     |                                 |                         |                         | <b>-0,206</b><br>0,032  |

In der Patientengruppe korreliert die Reaktionszeit des Test-3 am stärksten (negativ) mit den Konzentrationswerten des d2-Belastungstests mit einer mäßig bis mittleren Korrelation ( $r < -0,39 - (-0,51)$ ), stärker als mit den Ergebnissen des Kurzzeitgedächtnistests und PADSS-Score. Die Reaktionszeiten korrelieren (negativ) am stärksten mit den Konzentrationsleistungen im ersten (siehe Abb. 19) und fast genauso stark im letzten Testdurchgang mit einem mittleren Korrelationskoeffizienten von  $r < -0,5$  und bilden damit einen linearen Zusammenhang. Im zweiten Durchgang korreliert der Konzentrationstest nur mäßig mit der Reaktionszeit mit  $r < -0,39$ .



**Abb. 19:** Streudiagramm für CRT und Konzentrationsleistung für Zeit-1 der Patienten

Probanden-Gruppe:
**Tab. 19:** Korrelation Probanden CRT mit anderen Testergebnissen

|                                  |                                 | Reaktionstest<br>Zeit 1 | Reaktionstest<br>Zeit 2       | Reaktionstest<br>Zeit 3           |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Kurzzeitgedächtnistest<br>Zeit 1 | Pearson Corr<br>Sig. (2-tailed) | <b>-0,024</b><br>0,860  |                               |                                   |
| Kurzzeitgedächtnistest<br>Zeit 2 |                                 |                         | <b>-0,029</b><br>0,829        |                                   |
| Kurzzeitgedächtnistest<br>Zeit 3 |                                 |                         |                               | <b>-0,036</b><br>0,793            |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 1 |                                 | <b>-0,307</b><br>0,020  |                               |                                   |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 2 |                                 |                         | <b>-0,432</b><br><b>0,001</b> |                                   |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 3 |                                 |                         |                               | <b>-0,530</b><br><b>&lt;0,001</b> |

In der Probandengruppe konnte man stets eine Zunahme des negativen Korrelationskoeffizienten mit jedem weiteren Durchgang von einer schwach-mäßigen bis zur mittleren Korrelation zwischen dem Reaktionstest und der Konzentrationsleistung aus dem d2-Test feststellen. Es konnte ebenfalls eine Zunahme des Korrelationskoeffizienten zwischen der Reaktionszeit und dem Kurzzeitgedächtnistest stets mit jedem Durchgang verzeichnet werden, hier jedoch geringe Korrelation ohne Signifikanz.

Vergleicht man beide Gruppen hinsichtlich der Korrelationen zwischen dem Reaktionstest und den anderen zwei Test, so kann man feststellen, dass ein größerer Zusammenhang zwischen dem Reaktionstest und der Konzentrationsleistung besteht, als zwischen dem Reaktionstest und Kurzzeitgedächtnistest. Die ermittelten Korrelationskoeffizienten sind für die Zusammenhänge zwischen dem Reaktionstest und der Konzentrationsleistung zur Zeit 2 und 3 statistisch signifikant

## 5.15 Korrelationen des PADSS-Score

**Tab. 20:** Korrelation PADSS-Score mit Patientenergebnissen

|                                  |                                 | PADSS Zeit 2                  | PADSS Zeit 3           |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Kurzzeitgedächtnistest<br>Zeit 2 | Pearson Corr<br>Sig. (2-tailed) | <b>0,208</b><br>0,030         |                        |
| Kurzzeitgedächtnistest<br>Zeit 3 |                                 |                               | <b>0,014</b><br>0,882  |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 2 |                                 | <b>0,247</b><br><b>0,010</b>  |                        |
| Konzentrationsleistung<br>Zeit 3 |                                 |                               | <b>0,126</b><br>0,193  |
| Reaktionstest Zeit 2             |                                 | <b>-0,259</b><br><b>0,007</b> |                        |
| Reaktionstest Zeit 3             |                                 |                               | <b>-0,206</b><br>0,032 |

Der PADSS-Score korreliert schwach bis allenfalls mäßig mit allen drei Testergebnissen zu beiden Zeiten. Hierbei korreliert er nur statistisch signifikant zur Zeit 2 mit dem Reaktionstest und Konzentrationstest.

## 6 Diskussion

### 6.1 Hauptergebnisse

Die vorliegende Studie zeigt, dass kognitiv-psychomotorische Einschränkung nach Allgemeinanästhesie messbar ist. Es wurden gängige psychomotorische und kognitive Testverfahren und ein gängiger Entlassungsscore für ambulante Operationen angewendet. Der zeitliche Aufwand der einzelnen Tests war am geringsten bei der Durchführung des PADSS-Score (ca. 1 Minute) und beim Reaktionstest (ca. 1 Minute) gefolgt vom Zahlennachsprehtest (2-5 Minuten) und Konzentrationstest (ca. 3 Minuten).

Kurz nach Narkose zur Zeit 2 wurden bei Patienten im Kurzzeitgedächtnistest (Zahlennachsprehtest) und Konzentrationstest (d2-Belastungstest) im Mittel schlechtere Punktzahlen erreicht sowie im Reaktionstest längere Reaktionszeiten aufgezeichnet im Vergleich zur eigenen Vorleistung und im Vergleich zu gesunden Probanden ohne stattgehabter Anästhesie. Beim dritten Durchgang konnten Patienten annähernd die kognitiv-psychomotorische Leistung, wie beim ersten Durchgang erbringen, teilweise sogar besser.

Dass die Leistungen bei den Probanden ohne Narkose mit jedem Durchgang im Mittel besser geworden sind, lag vermutlich am Lern- und Wiederholungseffekt. Die Patienten hatten diesen vermutlich auch (dritter Durchgang besser/ gleich gut wie erster), waren aber im zweiten Durchgang möglicherweise durch die kurz zurückliegende Narkose teilweise noch eingeschränkt. Bereits Hendry et al. konnte postoperative Einschränkung 1963 mittels Reaktionstest und Sedierungsscore messen [44]. Auch in anderen Studien, wie z.B. von Haavisto 2002 und Willey 2002 konnte eine Beeinträchtigung nach Kurznarkose nach kleineren gynäkologischen Operationen [42] und Ösophagogastroskopen [91], u.a. mit Reaktionstests gemessen, gefunden werden.

Die Probanden waren durchschnittlich im ersten Durchgang besser, als die Patienten im ersten Durchgang. Dies könnte ursächlich damit zu tun haben, dass die Umgebung der Patienten im AWR zusammen mit der verbundenen Aufregung vor dem Eingriff bereits zu psychomotorisch-kognitiven Einschränkungen führte, zudem war die Patientengruppe durchschnittlich älter.

Schon Scott et al. führte gleiche psychomotorische Tests u.a. mit einem 4-choice-reaction-timer an einer Kontrollgruppe durch (ohne durchgemachter Anästhesie), welche hierbei in den Ausgangswerten ebenfalls besser war, als die zu vergleichende Patientengruppe mit Narkose [72]. Auch der Einfluss von zunehmendem Alter auf die damit verbundene Verlängerung der Reaktionszeit ist bereits durch Der & Deary 2005 [26] bekannt vorbeschrieben.

Die Patienten waren hinsichtlich des PADSS Score postoperativ zur Zeit 2 bereits zu fast 36% bei entlassungsfähigen 9 Punkten sowie zu fast 99% bei 9 oder 10 Punkten vor Entlassung aus dem AWR zur Zeit 3.

Damit zeigt die Studie möglicherweise, dass der PADSS Score nicht ausreicht für die Erfassung postoperativ kognitiv-psychomotorischer Einschränkungen, da ca. 36% der Patienten kurz nach Narkose bereits 9 Punkte erreichten und damit formal entlassungsfähig waren, trotz eindeutiger Verschlechterung in den kognitiv-psychomotorischen Tests der Studie. Allerdings konnte auch gezeigt werden, dass die Patienten, die postoperativ (Zeit 2) schon formal einen entlassungsfähigen PADSS-Score von 9 Punkten erreichten auch bessere „Ausgangswerte“ in den Tests vor OP und auch danach absolvierten im Vergleich zu Patienten mit einem geringeren PADSS-Score postoperativ. Diese Gruppenunterschiede sind allerdings nur für die Konzentrationsleistung zur Zeit 2 und allen Reaktionszeiten statistisch signifikant. Dennoch konnte gezeigt werden, dass nach PADSS-Score formal entlassungsfähige Patienten messbaren psychomotorisch-kognitiven Einschränkungen unterlagen.

Die negativen Korrelationen zwischen dem Reaktionstest und den anderen zwei Tests zeigen, dass ein engerer Zusammenhang (größerer negativer Korrelationskoeffizient) zum Konzentrationstest besteht, als zum Kurzzeitgedächtnistest. Möglicherweise ist dies auf erhöhte Ablenkbarkeit und Störanfälligkeit des Kurzzeitgedächtnistests gegenüber dem Konzentrationstest und Reaktionstest zurückzuführen. Allerdings ist hierbei die Korrelation sogar noch geringer ausgeprägt in der Probandengruppe, die in einer ruhigeren und entspannteren Umgebung, als dem Aufwachraum, die Tests durchführen konnte.

## 6.2 Vergleich zu anderen Studien

Unsere Studie bestätigt die Beobachtung, die schon Hendry et al. 1963 publizierte über den positiven Zusammenhang zwischen verlängerter Reaktionszeit und Sedierung.

Der und Deary [26] beschrieben bereits, dass die Reaktionszeit mit dem Alter zunimmt. In der vorliegenden Studie konnte dies ebenfalls in der durchschnittlich älteren Patientengruppe ( $\geq 36$  Jahre  $\leq 55$  Jahre) für alle Testdurchgänge des Reaktionstests statistisch signifikant beobachtet werden, sowie auch teilweise, aber nicht für alle Testdurchgänge signifikant, im Konzentrationstest eine Verschlechterung in der älteren Patientengruppe zu verzeichnen war.

Haavisto stellte 2002 ebenfalls an 30 weiblichen Patienten im Alter von 24-50 Jahren fest, dass die Einfachwahlreaktionszeit um ca. 7% und die Mehrfachwahlreaktionszeit um ca. 25% postoperativ nach kleinen Gynäkologie-Operationen in Narkose mit Propofol und Alfentanil ohne Prämedikation im Vergleich zur präoperativen Messung anstiegen [42].

In der hier vorliegenden Studie konnte ebenfalls ein postoperativer Anstieg der Mehrfachwahlreaktionszeit von ca. 37% bei 109 weiblichen Patienten gesehen werden.

Scott et al. [72] konnte postoperative Reaktionszeitverlängerung mittels 4-choice-reaction-timer bei unterschiedlichen Anästhesieverfahren (Metohexital- und Thiopentaltarnarkose) messen und diese vergleichen mit einer Kontrollgruppe ohne durchgemachter Anästhesie. Auch er konnte eine stetige Verbesserung mit jedem Durchgang in der Kontrollgruppe ohne Narkose verzeichnen und eine Verschlechterung der Reaktionszeit bei Patienten bis einschließlich 8 Stunden postoperativ, erst 24 Stunden postoperativ konnte er keine Unterschiede mehr messen.

Hendry et al. konnte 1963 in seiner Studie [44] keinen signifikanten Unterschied der Reaktionszeiten sehen zwischen Patientengruppen, die bis dato nach einem etablierten Scoring-System (teilweise subjektive Patienteneinschätzung) in 3 Stufen („gut“, „mittelmäßig“ und „schlecht“ sediert) eingestuft wurden. In der hier vorliegenden Studie konnte im Gegensatz dazu allerdings abhängig vom PADSS-Score ein signifikanter Unterschied der Reaktionszeiten gemessen werden.

### 6.3 Methodische Aspekte der Studie

Die hauptsächliche Einschränkung/Limitation der Studie besteht aus der nicht randomisiert durchgeführten Studie, desweiteren aus den unterschiedlichen Rahmenbedingungen für die Patienten- und Kontrollgruppe sowie der Zusammensetzung der Gruppen bezüglich Alters- und Berufs- bzw. Bildungsstruktur. Beide Vergleichsgruppen waren hinsichtlich des Geschlechts identisch. Hinsichtlich der Alters- und unterschieden sie sich. Die Patientengruppe war im Mittel um fast 13 Jahre älter und um fast 3 BMI-Punkte höher. Während in der Kontrollgruppe ca. 70% Studenten vorkamen, waren es fast 70% Nicht-Akademiker in der Patientengruppe.

Übelkeit und Erbrechen kam bei den eingeschlossenen Patienten nur einmal direkt postoperativ zum Zeitpunkt 2 vor. Dies lag teilweise daran, dass die Patienten, denen es postoperativ nicht gut ging im Sinne Übelkeit und Erbrechen sowie auch Schmerzen stationär geblieben sind und somit aus der Analyse fielen (insgesamt sind 4 Patienten wegen Schmerzen ausgeschieden und 8 Patienten stationär geblieben).

Der und Deary [26] veröffentlichten 2006 einen positiven Zusammenhang zwischen Reaktionszeiten und Alter, sowie auch Geschlecht. Diesbezüglich wurde in unserer Studie nur ein Geschlecht eingeschlossen, alle Teilnehmer waren weiblich. Der und Deary zeigten, dass die Reaktionszeiten des Einfachwahlreaktionstests nur geringfügig bis zum Alter um 50 Jahre herum zunahmen, während der Mehrfachwahlreaktionszeit stetig mit zunehmendem Alter zunahm (siehe Abb. 1 und 2). Aus diesem Grund wurden bei der vorliegenden Studie Patienten und Probanden mit einem maximalen Alter von 55 Jahren eingeschlossen und auch hier konnte gezeigt werden, dass die Mehrfachwahlreaktionszeit in der älteren Patientengruppe verlängert war.

Ein möglicher Grund für die unterschiedliche Alters- und Berufs- bzw. Bildungsstruktur lag vermutlich an der Bereitschaft und Rekrutierbarkeit von Probanden, an einer Studie, wie die vorliegende, teilzunehmen.

Ein anderer möglicher Faktor war, dass die Probanden die Tests in einer ruhigeren Umgebung ohne Ablenkung, wie sie im Aufwachraum durch Personal, Lärm und Aufregung gegeben war, durchgeführt haben.

Wie Fleishman et al. bereits 1958 feststellte, dass sich die Reaktionszeit abhängig von der Motorik und von der Art des Testaufbaus darstellt [36], wurde zur Minimierung der



motorischen Komponente der Reaktionszeit versucht die „Armbewegungszeit“ zu minimieren. Die Patienten hatten als Ausgangsposition die Hand bereits auf der Box. Es mussten nur noch minimale Bewegungen der Finger und der Hand durchgeführt werden, um die gewünschte Zahl zu drücken.

### 6.4 Schlussfolgerung / Ausblick

Der Reaktionstest ist ein Test von geringer Komplexität und Zeitaufwand mit Prüfung umschriebener Teilfunktion mit weitgehendem Ausschluss der Beeinträchtigung der Testergebnisse durch andere Umstände als die, der psychomotorischen Defizite der Testperson. In unserer Studie konnte gezeigt werden, dass er auch gut korreliert mit aufwendigeren, länger dauernden standardisierten psychometrischen Testverfahren.

Es wurde eine Software entwickelt, die auf dem Smartphone läuft und für Tablet-PCs weiterentwickelt werden soll. Smartphones sind hierfür gut geeignet, da sie einfach zu bedienen, vielfach verfügbar und leicht zu desinfizieren sind, da sie eine glatte einfache Bedienfläche bieten und wenig Hardwarekomponenten besitzen, die die Messungen verfälschen können. Desweiteren ist heutzutage die Vernetzung mit anderen Geräten/PCs leicht möglich und die Software läuft vergleichbar auf mehreren Endgeräten und kann Ergebnisse, die mit verschiedenen Geräten erzielt werden, besser vergleichen.

Es bietet sich an, diese für die klinische Praxis im Rahmen perioperativer Qualitätssicherung als Entscheidungshilfe für die Entlassungsfähigkeit sowie auch für die Forschung zu verwenden. Es ist eine einfache Methode kognitive Einschränkung zu quantifizieren und zu dokumentieren, gerade auch in Hinblick auf die juristische Absicherung einer Entlassungsfähigkeit nach ambulanter Operation. Ein nächster Schritt wäre, den Reaktionstest als ein Entlassungskriterium zu etablieren.

Untersuchungen von Medikamentenwirkung, wie auch Untersuchungen im Straßenverkehr zu Müdigkeit am Steuer sind möglich. Insbesondere wäre, aufbauend auf dieser Studie als nächst möglicher Schritt, die Untersuchung kognitiver Einschränkung nach Allgemeinanästhesie mit Prämedikation von Benzodiazepinen interessant.

## 7 Zusammenfassung

Heutzutage spielen etablierte Entlassungsscores eine immer größere Rolle v.a. im Bereich Qualitätssicherung und –management zur Beurteilung der Entlassungsfähigkeit, insbesondere bei den steigenden Zahlen an ambulanten Operationen [50]. Bisher etablierte Entlassungsscores basieren hauptsächlich auf vitale Körperfunktionen, Schmerzen, Blutung und Ein- und Ausfuhr [20]. Kognitive Einschränkungen sind bisher schlecht quantifizierbar und dokumentierbar und somit meist subjektive Kriterien für die Entlassungsfähigkeit [91].

In vielen bisherigen Studien wurden bereits viele verschieden konstruierte Reaktions-tests u.a. als Teil von Testbatterien verwendet um kognitive Einschränkung zu messen. Beispiele seien die „Health and Lifestyle Survey“ des Vereinigten Königreichs zur Forschung des Alterns [26], die Untersuchung zur Benzodiazepinwirkung [52], postoperative Untersuchungen [7, 42, 44, 59, 72, 91] oder Untersuchungen zur Fahrtüchtigkeit [41, 51].

Allerdings ist bisher wenig bekannt über den Grad der Korrelation der unterschiedlichen Tests untereinander, die kognitive Einschränkungen bewerten und deren Anwendung unter klinischen Bedingungen.

Ziel der Studie war eine Untersuchung zur Durchführbarkeit und Aussagekräftigkeit des 4-choice-Reaktionstests in Abhängigkeit von einem gängigen Entlassungsscore (PADSS) und anderer etablierter psychometrischer Testverfahren, wie dem Konzentrationstest (d2-Belastungstest) und Gedächtnistest (Zahlennachsprechtest).

Im Gegensatz zur Studie von Hendry et al. [44] aus 1963 mit einem bis dato etablierten Sedierungsscore, welcher teilweise aus subjektiven Kriterien bestand und nur in drei Gruppen unterschied, konnte in der vorliegenden Studie ein signifikanter Unterschied der Reaktionszeit in Abhängigkeit von einem bis heute etablierten Entlassungsscore (PADSS) gesehen werden. Ähnlich wie Willey et al. [91], der Vergleiche zwischen dem Aldrete-Entlassungsscore (Vorstufe des PADSS-Score) mit einem Wahlreaktionstest und Durchstreichtest (nicht etabliert) vornahm, konnte in unserer Studie gezeigt werden, dass der Reaktionstest und Konzentrationstest (etabliert) sensitiv für die Erfassung kognitiver Einschränkung sind. Es konnte gezeigt werden, dass Veränderungen psychomotorischer Funktion quantifizierbar sind.

Bei den Patienten konnte in allen drei durchgeführten Tests (Test1-3) eine Verschlechterung der Leistung zum Zeitpunkt 2 im Vergleich zur Vorleistung zum Zeitpunkt 1 verzeichnet werden. Beim letzten Durchgang konnten die Patienten im Schnitt eine leicht verbesserte Ausgangsleistung erbringen. Postoperativ wurden bereits ca. 36% der Patienten anhand des PADSS-Scores mit 9 Punkten von max. 10 eingestuft und damit formal entlassungsfähig eingestuft. Der PADSS-Score korrelierte mit einem geringen Korrelationskoeffizienten ( $r < 0,3$ ) mit dem Konzentrationsleistungs-Wert des d2-Belastungstests und dem Reaktionstest ( $r > -0,3$ ), signifikant hier jeweils aber nur für die Werte zur Zeit 2 postoperativ. Der Reaktionstest korrelierte signifikant mit allen Konzentrationsleistungswerten, am stärksten mit gutem Korrelationskoeffizienten ( $r < -0,5$ ) zur Zeit 1 und 3 bei den Patienten. Bei den Probanden korrelierte der Reaktionstest mit jedem Durchgang zunehmend stärker mit der Konzentrationsleistung ( $r < -0,3$  bis  $-0,5$ ) signifikant zur Zeit 2 und 3.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Reaktionstest eine gute Korrelation mit gängigen Testverfahren in der Psychologie und einem Entlassungsscore aus der Klinik hat, hierbei sogar stärker korreliert mit einem „aufwendigeren“ psychologischen Testverfahren, dem Konzentrationstest (d2-Belastungstest).

Hauptlimitationen der Studie waren die nicht randomisierte Durchführung und die unterschiedliche Alters- und Bildungs-/ sowie Berufsstruktur. Insbesondere hat dies Auswirkung bei Betrachtung inter-Gruppenvergleiche zu gleichen Zeiten der Testdurchführung. Es sollte aber hier vielmehr darum gehen, intra-Gruppenvergleiche zu gleichen Zeiten durchzuführen um Aussagen zur Korrelationen der Tests untereinander zu erzielen.

Im Vordergrund für zukünftige Forschung sollte die Weiterentwicklung eines standardisierten Reaktionstests sein, der einfach zu bedienen und möglichst überall verfügbar ist. Damit wäre weitere Forschung im Bereich Medikamentenwirkung und Straßentauglichkeit möglich.

Ein wichtiger Punkt wäre jedoch ein erfassbares und dokumentierbares Kriterium zur Beurteilung von Entlassungsfähigkeit nach ambulanten Operationen, welches im Rahmen von Qualitätssicherung für Patienten und Ärzte eine Entscheidungshilfe bieten könnte.

## Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| <b>Abb. 1:</b> Einfachwahl-Reaktionszeit in Millisekunden aufgeteilt nach Alter .....  | 13 |
| <b>Abb. 2:</b> Mehrfachwahl-Reaktionszeit in Millisekunden aufgeteilt nach Alter .....                                       | 14 |
| <b>Abb. 3:</b> Testaufbau zur Messung der Reaktionszeit .....  | 22 |
| <b>Abb. 4:</b> Universale Probandentastatur zur Durchführung von verschiedenen Tests<br>der Testsysteme von Schuhfried ..... | 24 |
| <b>Abb. 5:</b> Zahlennachsprechttest des Hamburg-Wechsler-Intelligenztest .....  | 25 |
| <b>Abb. 6:</b> d2-Test. ....   | 27 |
| <b>Abb. 7:</b> Testablauf Patienten .....  | 32 |
| <b>Abb. 8:</b> CRT-Testaufbau .....  | 38 |
| <b>Abb. 9:</b> Studienschema .....   | 44 |
| <b>Abb. 10:</b> Herzfrequenz im Verlauf der Studie .....   | 48 |
| <b>Abb. 11:</b> Blutdruck im Verlauf der Studie .....  | 49 |
| <b>Abb. 12:</b> VAS-100 .....  | 51 |
| <b>Abb. 13:</b> Sedierungsgrad .....   | 53 |
| <b>Abb. 14:</b> Zahlennachsprechen Summe .....   | 54 |
| <b>Abb. 15:</b> Test-2 Gesamtzeichen .....   | 55 |
| <b>Abb. 16:</b> Test-2 Konzentrationsleistung .....  | 56 |
| <b>Abb. 17:</b> Test-2 Fehlerprozent .....   | 57 |
| <b>Abb. 18:</b> Test-3 Reaktionszeit .....   | 58 |
| <b>Abb. 19:</b> Streudiagramm für CRT und Konzentrationsleistung für Zeit-1 der<br>Patienten .....                           | 64 |

## Tabellenverzeichnis

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| <b>Tab. 1:</b>  | ambulante Operationen Deutschland .....                               | 5  |
| <b>Tab. 2:</b>  | Kriterien für ambulant Operieren .....                                | 6  |
| <b>Tab. 3:</b>  | PADSS-Score.....  | 8  |
| <b>Tab. 4:</b>  | Unter anderem eingesetzte psychometrische Testverfahren.....          | 11 |
| <b>Tab. 5:</b>  | Einflüsse auf Reaktionstests .....                                    | 20 |
| <b>Tab. 6:</b>  | Sedierungsscala der Studie modifiziert nach ASA-Definition 2002 ..... | 39 |
| <b>Tab. 7:</b>  | Übelkeit und Erbrechen – Einstufung.....                              | 40 |
| <b>Tab. 8:</b>  | Details zu Studienabbruchgründen der Patienten .....                  | 45 |
| <b>Tab. 9:</b>  | Körperliche Teilnehmereigenschaften .....                             | 46 |
| <b>Tab. 10:</b> | Berufs- und Bildungsstatus .....                                      | 46 |
| <b>Tab. 11:</b> | PADSS-Score.....  | 47 |
| <b>Tab. 12:</b> | Narkosedauer .....  | 50 |
| <b>Tab. 13:</b> | Narkose – Atemwegssicherung.....                                      | 50 |
| <b>Tab. 14:</b> | Patienten mit Piriträmiderhalt .....                                  | 52 |
| <b>Tab. 15:</b> | Reaktionszeit Patienten nach Alter .....                              | 60 |
| <b>Tab. 16:</b> | Piriträmiderhalt als abhängige Variable für Testergebnisse .....      | 61 |
| <b>Tab. 17:</b> | PADSS als abhängige Variable für Testergebnisse .....                 | 62 |
| <b>Tab. 18:</b> | Korrelation Patienten CRT mit anderen Testergebnissen.....            | 63 |
| <b>Tab. 19:</b> | Korrelation Probanden CRT mit anderen Testergebnissen.....            | 65 |
| <b>Tab. 20:</b> | Korrelation PADSS-Score mit Patientenergebnissen .....                | 66 |

## Literaturverzeichnis

- [1] Aldrete JA, Kroulik D. A postanesthetic recovery score. *Anesth Analg* 1970;49(6):924-34.
- [2] Amelang M, Schmidt-Atzert L. Psychologische Diagnostik und Intervention (4. Auflage). Heidelberg 2006: Springer-Verlag S. 194. ISBN 3540284621.
- [3] American Society of Anesthesiologists Task Force on Sedation and Analgesia by Non-Anesthesiologists. Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. *Anesthesiology*. 2002 Apr;96(4):1004-17.
- [4] Asmuth M, Müller U. Entwicklung des ambulanten Operierens im Krankenhaus 1993/1994. Ergebnisse einer Repräsentativerhebung. *das Krankenhaus* 1995, 87(8), S. 377-383.<http://www.dki.de/index.php?TM=0&BM=2&LM=101> (Abrufdatum 01.02.2011).
- [5] Bareggi SR, Ferini-Strambi L, Pirola R, Smirne S. Impairment of memory and plasma flunitrazepam levels. *Psychopharmacology Berlin* 1998;140(2):157-63.
- [6] Bensimon G, Foret J, Warot D, Lacomblez L, Thiercelin J F, Simon P. Daytime wakefulness following a bedtime oral dose of zolpidem 20 mg, flunitrazepam 2 mg and placebo. *Br J Clin Pharmacol* 1990;30(3):463-9.
- [7] Blenkarn GD, Briggs G, Bell J, Sugioka K. Cognitive function after hypocapnic hyperventilation. *Anesthesiology* 1972;37(4):381-6.
- [8] Bocca ML, Le Doze F, Etard O, Pottier M, L'Hoste J, Denise P. Residual effect of zolpidem 10 mg and zopiclone 7.5 mg versus flunitrazepam 1 mg and placebo on driving performance and ocular saccades. *Psychopharmacology (Berl)*. 1999 Apr;143(4):373-9.
- [9] Bond AJ, Lader MH. Residual effects of flunitrazepam. *Br J Clin Pharmacol* 1975;2(2):143-50.
- [10] Brickenkamp, R. Test d2; Aufmerksamkeits- Belastungs- Test (9. Auflage). Göttingen 2002: Hogrefe.
- [11] Brökelmann J, Reydelet J. Zahl der Operationen in Deutschland 2003 – eine Annäherung. *ambulant operieren* 2/2005;95-102.
- [12] Bukasa B, Risser R. Die verkehrspsychologischen Verfahren im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik. Kleine Fachbuchreihe des Kuratoriums für Verkehrssicherheit. Wien, Literas Universitätsverlag 1985, vol. 23.
- [13] Bundesverband für Ambulantes Operieren e.V. (BAO): Amb. Operieren - Wissen allgemein - Ambulantes Operieren – Voraussetzungen. <http://www.operieren.de/content/e3224/e308/e331/e334> (Abrufdatum 05.02.2011).

- [14] Bundesverband für Ambulantes Operieren e.V. (BAO): Amb. Operieren - Wissen allgemein - Ambulantes Operieren - Was ist Amb.OP?  
<http://www.operieren.de/content/e3224/e308/e331/e10477> (Abrufdatum 20.12.2010).
- [15] Bundesverband für Ambulantes Operieren e.V. (BAO): BAO-Aktuelles - Archiv - Archiv 2006 - Ambulantes Operieren eine Standortbeschreibung.  
<http://www.operieren.de/content/e3472/e3675/e11937/e11955> (Abrufdatum 05.02.2011).
- [16] Bundesverband für Ambulantes Operieren e.V. (BAO): BAO-Aktuelles - Archiv - Archiv 2006 - Zahl der Operationen in Deutschland.  
<http://www.operieren.de/content/e3472/e3675/e11937/e11938> (Abrufdatum 05.02.2011).
- [17] Chroust S, Schuhfried G. Die Genauigkeit der Zeitmessung verschiedener psychologischer Testprogramme: Bericht für optische Stimuli: Wiener Testsystem, Corporal, TAP. Mödling 2005: Eigenverlag Dr. Gernot Schuhfried GmbH.
- [18] Chung, F. Discharge criteria- a new trend. *Can J Anaesth* 1995;42(11):1056-8.
- [19] Chung F, Assmann N. Car accidents after ambulatory surgery in patients without an escort. *Anesth Analg.* 2008 Mar;106(3):817-20, table of contents. doi: 10.1213/ane.0b013e3181609531.
- [20] Chung F, Chan VW, Ong D. A post-anesthetic discharge scoring system for home readiness after ambulatory surgery. *J Clin Anesth.* 1995 Sep;7(6):500-6.
- [21] Das Psychologie – Lexikon: Reaktionszeit. <http://www.psychology48.com/deu/d/reaktionszeit/reaktionszeit.htm> (Abrufdatum 06.02.2011).
- [22] Deary IJ, Der G. Reaction time, age and cognitive ability: Longitudinal findings from age 16 to 63 years in representative population samples. *Aging Neuroscience and Cognition.* 2005b;12,187–215.
- [23] Deary IJ, Der G. Reaction time explains IQ's association with death. *Psychological Science* 2005a;16,64–69.
- [24] De Candia MP, Di Sciascio G, Durbano F, Mencacci C, Rubiera M, Aguglia E, Garavini A, Bersani G, Di Sotto A, Placidi G, Cesana BM. Effects of treatment with etizolam 0.5 mg BID on cognitive performance: a 3-week, multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled, two-treatment, three-period, non-inferiority crossover study in patients with anxiety disorder. *Clin Ther.* 2009 Dec;31(12):2851-9. doi: 10.1016/j.clinthera.2009.12.010.
- [25] Der G, Allerhand M, Starr JM, Hofer SM, Deary IJ. Age-related changes in memory and fluid reasoning in a sample of healthy old people. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn.* 2010 Jan;17(1):55-70. doi: 10.1080/13825580903009071. Epub 2009 Jul 1.

- [26] Der G, Deary IJ. Age and sex differences in reaction time in adulthood: results from the United Kingdom Health and Lifestyle Survey. *Psychol Aging* 2006;21(1):62-73.
- [27] Dorsch F, Häcker H, Stapf KH. *Psychologisches Wörterbuch* (12. Auflage). Bern 1994. Huber Verlag. ISBN 3456830075.
- [28] Drummond GB. The assessment of postoperative mental function. *Br J Anaesth* 1975;47(2):130-42.
- [29] Dujardin K, Guieu JD, Leconte-Lambert C, Leconte P, Borderies P, de La Giclais B. Comparison of the effects of zolpidem and flunitrazepam on sleep structure and daytime cognitive functions. A study of untreated insomniacs. *Pharmacopsychiatry*. 1998 Jan;31(1):14-8.
- [30] Dykiert D, Der G, Starr JM, Deary IJ. Age differences in intra-individual variability in simple and choice reaction time: systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2012;7(10):e45759. doi: 10.1371/journal.pone.0045759. Epub 2012 Oct 11.
- [31] Dykiert D, Der G, Starr JM, Deary IJ. Sex differences in reaction time mean and intraindividual variability across the life span. *Dev Psychol*. 2012 Sep;48(5):1262-76. doi: 10.1037/a0027550. Epub 2012 Mar 5.
- [32] Ead H. From Aldrete to PADSS: Reviewing discharge criteria after ambulatory surgery. *J Perianesth Nurs*. 2007;22(2):154.
- [33] Evans ML, Pernet A, Lomas J, Jones J, Amiel SA. Delay in onset of awareness of acute hypoglycaemia and of restoration of cognitive performance during recovery. *Diabetes Care* 2000;23(7):893-7.
- [34] Farré M, Terán MT, Camí J. A comparison of the acute behavioural effects of flunitrazepam and triazolam in healthy volunteers. *Psychopharmacology* 1996;125(1):1-12.
- [35] Farré M, Terán MT, Roset PN, Mas M, Torrens M, Camí J. Abuse liability of flunitrazepam among methadone-maintained patients. *Psychopharmacology* 1998;140(4):486-495.
- [36] Fleishman EA. Dimensional analysis of movement reactions. *J Exp Psychol*. 1958 May;55(5):438-53.
- [37] Gerhard U, Ladewig D, Hobi V: Cognitivepsychomotor capability of heroin addicts. *Neurol Psychiatr* 1989;3:489–496.
- [38] Gerhard U, Linnenbrink N, Georgiadou C, Hobi V. Vigilance-decreasing effects of 2 plant-derived sedatives. *Praxis (Bern 1994)*. 1996 Apr 9;85(15):473-81.
- [39] Gesundheitsstrukturgesetz (GSG) 1993. [http://www.aok-bv.de/politik/reformaktuell/geschichte/index\\_00516.html](http://www.aok-bv.de/politik/reformaktuell/geschichte/index_00516.html) (Abrufdatum 01.02.2011).



- [40] Gordon NB: Reaction-times of methadonetreated ex heroin addicts. *Psychopharmacologica*. 1970;16:337–344.
- [41] Grass H, Klotz T, Fathian-Sabet B, Berghaus G, Engelmann U, Käferstein H. Sildenafil (Viagra): is there an influence on psychological performance? *Int Urol Nephrol* 2001;32(3):409-12.
- [42] Haavisto E, Kauranen K. Psychomotor performance after short-term anaesthesia. *European Journal of Anaesthesiology* 2002;19(6):436-441.
- [43] Heim AW. *AH 4 Group Test of General Intelligence* (rev. ed.). Windsor, England: NFER Publishing Company 1970.
- [44] Hendry JGB, Norris W, Nisbet HIA. Objective measurement of sedation III: the reaction timer. *Brit J Anaesth* 1963;35:716-718.
- [45] Hornung P, Poehlke T, Sproedt J, Köhler-Schmidt H: Levomethadonsubstitution und Fahreignung (Levomethadone-Substitution and Driving Fitness). *Sucht* 1996;42:92–97.
- [46] Houx PJ, Jolles J. Age-related decline of psychomotor speed: effects of age, brain health, sex, and education. *Percept Mot Skills* 1993;76(1):195-211.
- [47] Huron C, Giersch A, Danion JM. Lorazepam, sedation, and conscious recollection: a dose-response study with healthy volunteers. *Int Clin Psychopharmacol*. 2002 Jan;17(1):19-26.
- [48] Ingenhoven E. Positionspapier des Bundesverbandes für Ambulante Arthroskopie (BVASK) e.V.: Qualitätssicherung und Vergütung beim Ambulanten Operieren. 2003
- [49] Ingum J, Bjørklund R, Bjørneboe A, Christophersen AS, Dahlin E, Mørland J. Relationship between drug plasma concentrations and psychomotor performance after single doses of ethanol and benzodiazepines. *Psychopharmacology (Berl)*. 1992;107(1):11-7.
- [50] Karnath HO, Hartje W, Ziegler W. *Kognitive Neurologie. Referenz-Reihe Neurologie (RRN)*. Stuttgart 2005. Georg Thieme Verlag S.102, S.240. ISBN 3131365218
- [51] Kaufmann RM, Frey R, Battista HJ, Kasper S. Flunitrazepam und Fahrtüchtigkeit – Eine kritische Analyse relevanter Studien. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2004;72(9):503-515
- [52] Korttila K, Mattila MJ, Linnoila M. Prolonged recovery after diazepam sedation: the influence of food, charcoal ingestion and injection rate on the effects of intravenous diazepam. *Br J Anaesth* 1976;48(4):333-40.
- [53] Kozak LJ, McCarthy E, Pokras R. Changing patterns of surgical care in the United States 1980-1995. *Health Care Financ Rev* 1999;21(1):31-49.

- [54] Larsen R. Anästhesie (8. Auflage). München 2006. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH S. 970. ISBN 3437225014.
- [55] Lexikon für Psychologie und Pädagogik.  
<http://lexikon.stangl.eu/5461/kognitive-funktionen/> (Abrufdatum 05.11.2012).
- [56] Linnoila M, Erwin CW, Brendle A, Logue P. Effects of alcohol and flunitrazepam on mood and performance in healthy young men. *J Clin Pharmacol* 1981;21(10): 430-5.
- [57] Loring DW. Neuropsychological evaluation in epilepsy surgery. *Epilepsia*. 1997;38 Suppl 4:S18-23.
- [58] Matarazzo JD. Die Messung und Bewertung der Intelligenz Erwachsener nach Wechsler. Bern, Stuttgart, Wien: Hans Huber 1982. Bearbeitet und herausgegeben von Dietrich Eggert. Bern: Huber (Original erschienen als "Wechsler's measurement and appraisal of adult intelligence").
- [59] Nisbet HIA, Norris W. Objective measurements of sedation II: A simple scoring system. *Brit J Anaesth*. 1963;35,618.
- [60] Otawara Y, Ogasawara K, Kubo Y, Kashimura H, Ogawa A, Yamadate K. Comparison of postoperative cognitive function in patients undergoing surgery for ruptured and unruptured intracranial aneurysm. *Surg Neurol*. 2009 Dec;72(6):592-5; discussion 595. doi: 10.1016/j.surneu.2009.06.016.
- [61] Pearson K. The life letters and labours of Francis Galton: Volume II. Researches of middle life. Cambridge, England 1924: Cambridge University-Press.<http://galton.org/pearson/index.html> (Abrufdatum 21.12.2010).
- [62] Piquet M, Balestra C, Sava SL, Schoenen JE. Supraorbital transcutaneous neurostimulation has sedative effects in healthy subjects. *BMC Neurol*. 2011 Oct 28;11:135. doi: 10.1186/1471-2377-11-135.
- [63] Prager G, Kalaschek A, Kaczirek K, Passler C, Scheuba C, Sonneck G, Niederle B. Parathyroidectomy improves concentration and retentiveness in patients with primary hyperparathyroidism. *Surgery*. 2002 Dec;132(6):930-5; discussion 935-6.
- [64] Risser R, Chaloupka Ch, Grundler W, Sommer M, Häusler J, Kaufmann C. Using non-linear methods to investigate the criterion validity of traffic-psychological test batteries. *Accid Anal Prev* 2008;40(1):149-57.
- [65] Robert Koch-Institut in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt: Gesundheit in Deutschland. Robert Koch-Institut, Gesundheitsberichtsberichterstattung des Bundes, Kapitel 4. Berlin 2006. <http://www.gbe-bund.de> (Abrufdatum 21.12.2010).
- [66] Robertson SI. Problem Solving. Hove: Psychology Press 2001

- [67] Rothenberg S, Schottenfeld S, Meyer RE, Krauss B, Gross K: Performance differences between addicts and non-addicts. *Psychopharmacology* 1977;52:299–306.
- [68] Schoedel KA, McMorn S, Chakraborty B, Zerbe K, Sellers EM. Reduced cognitive and psychomotor impairment with extended-release oxymorphone versus controlled-release oxycodone. *Pain Physician* 2010;13(6):561-73.
- [69] Schuhfried – Wiener Testsystem (WTS) – Psychologische Diagnostik. <http://www.schuhfried.at/wiener-testsystem-wts/alle-testverfahren-nach-anwendungsgebieten/neuro-klinik> (Abrufdatum 13.02.2011).
- [70] Schuhfried – Wiener Testsystem (WTS) – Psychologische Diagnostik – Reaktionstest (RT). <http://www.schuhfried.at/wiener-testsystem-wts/alle-testverfahren-von-a-z/test/rt-reaktionstest> (Abrufdatum 13.02.2011).
- [71] Schuhfried – Wiener Testsystem (WTS) – Psychologische Diagnostik – Zusatzgeräte & Eingabemedien. <http://www.schuhfried.at/wiener-testsystem-wts/zusatzgeraete-eingabemedien/> (Abrufdatum 18.02.2013).
- [72] Scott WA, Whitwam JG, Wilkinson RT. Choice reaction time. A method of measuring postoperative psychomotor performance decrements. *Anaesthesia* 1983;38(12):1162-8.
- [73] Seppälä T, Nuotto E, Dreyfus JF. Drug-alcohol interactions on psychomotor skills: zopiclone and flunitrazepam. *Pharmacology* 1983;27 Suppl 2:127-35.
- [74] Short TG, Galletly DC. Acute tolerance from benzodiazepine night sedation. *Anaesthesia* 1991;46(11):929-31.
- [75] Smirne S, Ferini-Strambi L, Pirola R, Tancredi O, Franceschi M, Pinto P, Barreggi SR. Effects of flunitrazepam on cognitive functions. *Psychopharmacology (Berl)* 1989;98(2):251-6.
- [76] Smith I, Cooke T, Jackson I, Fitzpatrick R. Rising to the challenges of achieving day surgery targets. *Anaesthesia* 2006;61(12):1191-9.
- [77] Specka M, Finkbeiner T, Lodemann E, Leifert K, Kluwig J, Gastpar M. Cognitive-motor performance of methadone maintained patients. *Eur Addict Res* 2000;6:8-19.
- [78] Staak M, Berghaus G, Glazinski R, Höher K, Joo S, Friedel B: Empirische Untersuchungen zur Fahreignung von Methadon-Substitutionspatienten (Experimental research on driver fitness of methadone-substituted heroin addicts). *Blutalkohol* 1993;30:321–333.
- [79] Staak M, Hobi V, Berghaus G. Testverfahren zur Überprüfung des Einflusses von Arzneimitteln auf die Verkehrssicherheit – Medizinischer Schwerpunkt. In: Dilling J, Friedel B. 8305/2. Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Straßenwesen. Forschungsberichte der BASt – Unfallforschung. 1988: 1 – 195.

- [80] Statistisches Bundesamt: Fachserie 12 Reihe 6.1.1, Grunddaten der Krankenhäuser 2009, Statistisches Bundesamt. Wiesbaden 2011. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Gesundheit/Krankenhaeuser/GrunddatenKrankenhaeuser2120611097004,property=file.pdf> (Abrufdatum 02.05.2011, Aktualität: erschienen am 09.02.2011, korrigiert am 16.03.2011).
- [81] Statistisches Bundesamt: Gesundheitsbericht für Deutschland: Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Ambulantes Operieren, Stuttgart 1998: Verlag Metzler-Poeschel, Kapitel 7.13. <http://www.gbe-bund.de> → Gesundheitsversorgung → Medizinische Verfahren, Medizinische Untersuchungen und Behandlungen → Ambulantes Operieren → Text: Ambulantes Operieren, Kapitel 7.13 [Gesundheitsbericht für Deutschland, 1998] (Abrufdatum 20.12.2010, Aktualität: die Angaben für das Jahr 2008 wurden am 29.06.2010 ergänzt).
- [82] Statistisches Bundesamt: KG 2-Statistik (gesetzliche Krankenversicherung: u.a. Leistungsfälle und -zeiten von Arbeitsunfähigkeit, Krankengeld, - hausbehandlung, häuslicher Krankenpflege, Leistungsfälle bei Schwanger- und Mutterschaft, von Entbindungs- und Sterbegeld). Bundesministerium für Gesundheit. Tabelle: Ambulante Operationen, GKV-Versicherte. <http://www.gbe-bund.de> → Gesundheitsversorgung → Medizinische Verfahren, Medizinische Untersuchungen und Behandlungen → Ambulantes Operieren → Tabelle (gestaltbar): Ambulante Operationen, GKV-Versicherte (Abrufdatum 20.12.2010, Aktualität: die Angaben für das Jahr 2008 wurden am 29.06.2010 ergänzt).
- [83] Steinmetz J, Rasmussen LS. Choice reaction time in patients with post-operative cognitive dysfunction. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 2008;52(1):95-98.
- [84] Tesser A, Schwarz N. *Blackwell handbook of social psychology: Intraindividual processes*. London 2001: Blackwell Publishers.
- [85] Tewes U. *HAWIE-R: Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene. Revision 1991. Handbuch und Testanweisung*. Bern 1991: Hans Huber.
- [86] Toftgaard C, Parmentier G. *International Terminology in Ambulatory Surgery and its Worldwide Practice. Day Surgery – Development and Practice*. International Association for Ambulatory Surgery 2006
- [87] Trojan J, Saunders BP, Woloshynowych M, Debinsky HS, Williams CB. Immediate recovery of psychomotor function after patient-administered nitrous oxide/oxygen inhalation for colonoscopy. *Endoscopy*. 1997 Jan;29(1):17-22.
- [88] Von Aster M, Neubauer A, Horn R. *Wechsler Intelligenztest für Erwachsene WIE. Deutschsprachige Bearbeitung und Adaptation des WAIS-III von David Wechsler (2., korrigierte Auflage)*. Frankfurt 2006: Pearson Assessment.
- [89] Wechsler D. *Die Messung der Intelligenz Erwachsener. Textband zum Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene*. Bern 1964: Hans Huber.
- [90] Wechsler D. *The measurement of adult intelligence*. Baltimore 1939: Williams & Wilkins. ISBN 0548385300.

- [91] Willey J, Vargo JJ, Connor JT, Dumot JA, Conwell DL, Zuccaro G. Quantitative assessment of psychomotor recovery after sedation and analgesia for outpatient EGD. *Gastrointest Endosc.* 2002 Dec;56(6):810-6.
- [92] Yu HY, Shih YH, Su TP, Lin KN, Yiu CH, Lin YY, Kwan SY, Chen C, Yen DJ. Preoperative IQ predicts seizure outcomes after anterior temporal lobectomy. *Seizure.* 2009 Nov;18(9):639-43. doi: 10.1016/j.seizure.2009.07.009. Epub 2009 Aug 25.
- [93] Zimbardo PG, Gerrig RJ. *Psychologie* (18. Auflage). München 2008: Pearson Studium.

## **Publikationen**

Teilnahme am universitätsinternen Ideenwettbewerb der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald 2009 und Erreichen des 2. Preises.

Poster während des Hauptstadtkongress der DGAI für Anästhesiologie und Intensivtherapie mit Pflegesymposium HAI 2010:

Rimasch D, Pavlovic D, Boesche M, Lehmann Ch, Wendt M, Usichenko TI. Erholung der psychomotorischen Leistung nach Allgemeinanästhesie bei ambulanten Patienten – die Suche nach einem geeigneten Testverfahren. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 2010;51(Suppl.6):746.

Poster zur Teilnahme am European Society of Anaesthesiology ESA 2013 in Barcelona:

Usichenko TI, Städing D, Hesse T, Wendt M, Pavlovic D. Measurement of cognitive function recovery after general anaesthesia in patients scheduled for ambulatory surgery - a prospective comparison of 3 psychological tests. *Eur J Anaesth* 2013;30:33.

## Anhang

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 1 | Narkoseführung.....                         | XVI       |
| 2 | Untersuchungsprotokoll.....                 | XVII      |
| 3 | Spezielle Patienteninformationen .....      | XVIII     |
| 4 | Checkliste Entlassungskriterien .....       | XXII      |
| 5 | Zahlennachsprechttest / Reaktionstest ..... | XXIII     |
| 6 | d2-Konzentrationstest .....                 | XXVI-XXVI |

# 1 Narkoseführung

## Studie Psychomotorik und Kognition bei ambulanten Patienten

Bei der Narkoseführung bitte folgendes beachten:

1. Prämedikation: 1g Paracetamol p.o.
2. Monitoring bitte, das Protokoll, insbesondere: Herzfrequenz, NIBP, etCO<sub>2</sub>, Propofol- und Fentanyl-Gaben engmaschig (5 Min.) führen
3. Induktion: Fentanyl 2-3 µg/kg; Propofol 2-3 mg/kg
2. Unterhaltung: Propofol 4-8 mg/kg/min, Fentanyl 1-3 µg/kg/min um Herzfrequenz und NIBP innerhalb der 20% Abweichung vom Normal-Niveau (gemessen prä-OP im AWR) zu halten. End-expiratorische CO<sub>2</sub>-Konzentration 32-40 mmHg, O<sub>2</sub> max. 50%.
3. Aufwach-Kriterien:
  - a. Patient macht die Augen auf (auch auf Kommando)
  - b. Spontanatmung 9 Atemzüge/min. bei Maskenbeatmung
4. Post OP: bei Bedarf Bolus 0.05 mg/kg Piritramid i.v.  
Analgesie



## 2 Untersuchungsprotokoll

### Untersuchungsprotokoll Nr

Titel der Studie: **Psychomotorik und Kognition nach Allgemeinanästhesie**

OP Datum/Zeit

Name..(Aufkleber)

Diagnose Grösse cm; Gewicht kg

OP-Bezeichnung.....Begleiterkrankungen.....

OP-Läsionsgrad.....Begleitmedikation.....

| Nr | Parameter                         | 20 Min. vor OP | 15 Min. nach Ex-<br>tubation | Vor Entlassung | Bemerkungen |
|----|-----------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|-------------|
| 1  | HF                                |                |                              |                |             |
| 2  | RR                                |                |                              |                |             |
| 3  | VAS-100 in Ruhe                   |                |                              |                |             |
| 4  | Piritramid total (mg)             |                |                              |                |             |
| 5  | Zusätzliche Medikamente           |                |                              |                |             |
| 6  | Sedierungsgrad                    |                |                              |                |             |
| 7  | Übelkeit                          |                |                              |                |             |
| 8  | Test 1 (Zahlennachsprechen)       |                |                              |                |             |
| 9  | Test 2 (d2 Aufmerksamkeit)        |                |                              |                |             |
| 10 | Test 3 (Reaktionszeit, Sek.)      |                |                              |                |             |
| 11 | PADSS (Entlassungsscore)          |                |                              |                |             |
| 12 | Extubation-Entlassungszeit (Min.) |                |                              |                |             |

#### Legende

VAS-100 - Schmerzintensität gemäss Visuellen Analogskala (0-100, 0-kein Schmerz, 100-unerträglich Schmerz)

Sedierungsgrad: 0-wach; 1-leicht sediert; 2- somnolent, erweckbar; 3- somnolent, nicht erweckbar.

Übelkeit: 0-keine; 1-leichte Nausea; 2-starke Nausea; 3-Erbrechen.

**Untersucher** Hiermit bestätige ich, dass die Daten in das Protokoll korrekt eingetragen sind.

#### Erklärung:

Anästhesist:

Untersucher:

### 3 Spezielle Patienteninformationen

Klinik für Anästhesie und

Psychomotorik und Kognition

Intensivmedizin

---

#### SPEZIELLE PATIENTENINFORMATION

Titel der Studie: Erholung psychomotorischer kognitiver Leistung bei 33en Patienten nach Allgemeinanästhesie

Kurztitel: Psychomotorik und Kognition nach Allgemeinanästhesie

LEITER DER STUDIE: Prof. Dr. med. T.I. Usichenko  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
F.-Loeffler-Str.23b  
17487 Greifswald

Prüfärzte: Prof. Dr. T.I. Usichenko  
OA Dr. med. Th. Hesse

ORT DER KLINISCHEN STUDIE: Ernst-Moritz-Arndt-Universität  
Medizinische Fakultät  
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
Aufwachraum der Klinik und Poliklinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe  
Wollweberstraße 1  
17475 Greifswald

## Einleitung

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient

Durch die Bereitschaft, an der von uns vorgeschlagenen Studie teilzunehmen, helfen Sie mit, die Betreuung von Patienten nach ambulanten Operationen zu verbessern und sicherer zu gestalten.

Nachfolgend möchten wir Ihnen einige genauere Informationen zu der Studie geben.

### *Hintergrund und Ziel der Studie:*

Die Zufriedenheit der Patienten nach ambulanten Operationen hängt im großem Maße von einer schnellen postoperativen Erholungsphase ab, die durch Schmerzfreiheit und Abwesenheit von Übelkeit und Erbrechen charakterisiert ist. Es wurde in der Vergangenheit eine Reihe von Testverfahren entwickelt, um diese postoperative Erholung zu dokumentieren und einen sicheren Entlassungszeitpunkt zu ermitteln. Diese Scores bewerten allerdings nur die physiologischen Parameter, die den Zustand der Patienten beschreiben und erlauben nur eingeschränkt Aussagen über die Erholung der zerebralen Funktionen. In dieser Studie soll die postoperative Erholung der zerebralen Fähigkeiten ermittelt und mit den üblichen etablierten Entlassungs-Scores verglichen werden.

Dazu soll ein Testverfahren entwickelt und evaluiert werden, mit dem sich die psychomotorischen und kognitiven Beeinträchtigungen mit geringem Aufwand testen lassen, so dass die Möglichkeit besteht, diesen Test routinemäßig anzuwenden und die Beurteilung der Entlassungsfähigkeit mit einzubeziehen.

### *Voraussetzungen für die Teilnahme an der Untersuchung (Einschlusskriterien)*

Alter:  $\geq 18$  Jahre und  $\leq 55$  Jahre

Ambulante Operation in Allgemeinanästhesie

Narkosedauer 10-60 Minuten

**Klinik für Anästhesie und**

**Psychomotorik und Kognition**

**Intensivmedizin**

---

*Patientenversicherung*

Die Patienten sind als Teilnehmer an dieser klinischen Studie entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen durch die Gruppenhaftpflichtversicherung unseres Universitätsklinikums versichert.

*Ethische Aspekte*

Es liegt ein positives Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Greifswald zur Durchführung der Studie vor.

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie haben jederzeit das Recht, ohne Angabe von Gründen und ohne irgendwelche persönlichen Nachteile von der Teilnahme zurückzutreten.

Die Datenschutzbestimmung werden eingehalten. Die gewonnen Daten werden mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung gespeichert und ausgewertet. Eine Identifizierung der Person anhand der gespeicherten Daten ist nicht möglich, da nur die Initialen von Namen und Vornamen sowie das Alter angegeben werden.

*Ablauf der Untersuchungen*

Die Studie umfasst folgende erläuterte Abschnitte:

Test unmittelbar vor OP

Test 15 Minuten nach Ende der Operation

Test unmittelbar vor Entlassung

*Notfallregelungen*

Während der Studie befindet sich der Patient unter dauernder ärztlicher Überwachung im Aufwachraum des ambulanten Operationssaals.

Bei Auftreten von Nebenwirkungen wird die Studie sofort abgebrochen.

*Informationen und medizinischer Rat*

Für weitergehende Informationen und medizinische Auskünfte, die im Zusammenhang mit der Studie stehen, können Sie sich jederzeit an uns wenden.

Unter den folgenden Telefonnummern ist in der Klinik einer der Prüfarzte ständig zu erreichen:

Greifswald **03834/86-5806/-6498**

**Jede Information, die während des Verlaufs der Studie verfügbar wird und für Sie von Bedeutung sein kann, wird Ihnen über das ärztliche Personal bekannt gemacht.**

Wenn Sie die spezielle Patienteninformation gelesen und verstanden haben, wird diese Ihnen ausgehändigt. Zusätzlich werden Sie mündlich über alle Details der Studie informiert.

Nach der Aufklärung unterschreiben Sie bitte eine Einverständniserklärung, wenn Sie bereit sind, an der Studie teilzunehmen. Eine Kopie der unterschriebenen Erklärung wird Ihnen überlassen.

Prof. Dr. Taras I. Usichenko

(Ärztlicher Leiter der klinischen Studie)

---

## 4 Checkliste Entlassungskriterien

Klinik und Poliklinik für  
Frauenheilkunde und Geburtshilfe  
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h. c. W. Straube

Klinik und Poliklinik für  
Anästhesiologie und Intensivmedizin  
Direktor: Prof. Dr. med. M. Wendt

### CHECKLISTE ENTLASSUNGSKRITERIEN NACH AMBULANTEN EINGRIFFEN

PATIENT:

OP-DATUM:

EINGRIFF:

|   |  |
|---|--|
| Stabile Vitalfunktionen seit mindestens 1 Stunde  |  |
| Pat. ist orientiert, Übelkeit, Erbrechen + Benommenheit sind minimal  |  |
| Unauffälliges OP-Gebiet: keine Nachblutung etc.   |  |
| Für ausreichende Schmerzbehandlung (auch zu Hause) ist gesorgt  |  |
| Pat. kann sich anziehen und umhergehen (so wie präoperativ)   |  |
| Miktion o. B.   |  |
| Aufnahme oraler Flüssigkeit ohne Erbrechen toleriert  |  |
| Verantwortliche erwachsene Begleitperson ist verfügbar  |  |
| Pat. über Nachsorge informiert, Notfall-Kontaktadresse + Tel.-Nummer vorhanden  |  |
| Pat. wurde belehrt, 24 h nach OP kein Kfz zu fahren, keinen Alkohol zu trinken und keine Abschlüsse jeglicher Art vorzunehmen |  |

Zusätzliche Bemerkungen:

Entlassung in Begleitung um                      Uhr

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Operateur

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Anästhesist

## 5 Zahlennachsprechttest / Reaktionstest

### Tests

#### 1. Test: präoperativ

| Zahlen vorwärts      | Zahlen rückwärts   |
|----------------------|--------------------|
| 1. 5-8-2             | 1. 2-4             |
| 6-9-4                | 5-8                |
| 2. 6-4-3-9           | 2. 6-2-9           |
| 7-2-8-6              | 4-1-5              |
| 3. 4-2-7-3-1         | 3. 3-2-7-9         |
| 7-5-8-3-6            | 4-9-6-8            |
| 4. 6-1-9-4-7-3       | 4. 1-5-2-8-6       |
| 3-9-2-4-8-7          | 6-1-8-4-3          |
| 5. 5-9-1-7-4-2-8     | 5. 5-3-9-4-1-8     |
| 4-1-7-9-3-8-6        | 7-2-4-8-5-6        |
| 6. 5-8-1-9-2-6-4-7   | 6. 8-1-2-9-3-6-5   |
| 3-8-2-9-5-1-7-4      | 4-7-3-9-1-2-8      |
| 7. 2-7-5-8-6-2-5-8-4 | 7. 9-4-3-7-6-2-5-8 |
| 7-1-3-9-4-2-5-6-8    | 7-2-8-1-9-6-5-3    |

#### 2. Test: postoperativ

| Zahlen vorwärts      | Zahlen rückwärts   |
|----------------------|--------------------|
| 1. 7-5-1             | 1. 8-3             |
| 3-8-6                | 7-5                |
| 2. 5-2-1-4           | 2. 6-9-2           |
| 9-7-6-2              | 7-4-8              |
| 3. 1-5-3-8-4         | 3. 9-5-1-6         |
| 6-4-1-9-5            | 4-2-7-5            |
| 4. 4-7-2-5-3-8       | 4. 8-3-5-2-7       |
| 5-1-9-7-2-4          | 1-4-7-9-3          |
| 5. 3-2-7-5-1-9-6     | 5. 6-9-5-1-7-2     |
| 5-8-4-1-3-7-2        | 3-8-6-4-9-5        |
| 6. 1-9-6-3-8-5-1-4   | 6. 2-4-8-3-7-6-1   |
| 3-2-5-8-4-7-3-9      | 5-9-7-3-8-2-4      |
| 7. 8-3-2-9-5-6-4-1-7 | 7. 1-6-3-8-7-2-9-4 |
| 7-4-2-8-9-1-6-3-5    | 2-8-6-5-2-4-7-3    |

#### 3. Test: vor Entlassung

| Zahlen vorwärts      | Zahlen rückwärts   |
|----------------------|--------------------|
| 1. 1-4-7             | 1. 9-4             |
| 9-2-3                | 6-1                |
| 2. 6-5-8-1           | 2. 8-5-2           |
| 4-1-7-5              | 7-9-4              |
| 3. 9-3-7-2-4         | 3. 5-2-6-1         |
| 1-8-6-2-9            | 8-3-4-7            |
| 4. 7-3-6-5-9-2       | 4. 5-2-1-6-9       |
| 4-1-8-3-7-5          | 3-5-7-2-4          |
| 5. 2-5-1-8-9-4-6     | 5. 8-1-5-7-6-4     |
| 5-2-4-8-1-7-8        | 3-9-1-4-7-5        |
| 6. 7-5-2-9-7-4-1-3   | 6. 6-2-5-8-1-9-3   |
| 5-3-8-4-2-6-7-9      | 4-7-8-3-9-5-2      |
| 7. 1-8-7-9-4-5-3-6-8 | 7. 1-3-7-8-2-4-9-5 |
| 7-4-9-3-6-2-7-3-5    | 2-5-7-1-8-9-6-3    |

#### Rtime

##### Demo:

1-2-3-4

##### 1. Test:

1-4-3-4-2-1-3-2-1-4

##### 2. Test:

2-3-2-1-4-3-4-2-2-3

##### 3. Test:

1-3-2-4-2-1-3-4-2-1

##### Ersatztest:

1-3-2-2-4-3-1-4-3-1

## 6 d2-Konzentrationstest

Name: \_\_\_\_\_ Geb.-Datum: \_\_\_\_\_ Nr: \_\_\_\_\_

Test Nr. 1

- d d p d d d p p d p d d d d d p d d d p p d d d d d p d p d p d d d d p p d p d d p
- p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d d p d p d d d d p d p d p d d d p d p d d
- d d d d p p d p d p p p d d p d p d d p d d p d p d d d d p d d p d p d d d d d p d
- d d p d d d p p d p d d d d d p d d d p p d d d d d p d p d d p d d d p p d p d d p
- p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d d p d p d d d d p d p d p d d d p d p d d
- d d d d p p d p d p p p d d p d p d p d d p d p d p d d d d p d d p d p d d d d p d
- d d p d d d p p d p d d d d d p d d d p p d d d d d p d p d p d d d d p p d p d d p

Name: \_\_\_\_\_ Geb.-Datum: \_\_\_\_\_ Nr: \_\_\_\_\_

Test Nr. 2

- p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d d p d d d d p d p d p d d d d p d p d d
- d d d d p p d p d p p p d d p d p d p d d p d p d d d p d d p d p d d d d d p d
- d d p d d d p p d p d d d d d p d p d d d p p d d d d d p d p d d p d d d p p d p d d p
- p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d d p d d d d p d p d p d d d d p d p d d
- d d d d p p d p d p p p d d p d p d p d d p d p d d d p d d p d d p d p d d d d p d
- d d p d d d p p d p d d d d d p d p d d d p p d d d d d p d p d p d d d p p d p d d p
- p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d d p d d d d p d p d p d d d d p d p d d



Name:

Geb.-Datum:

Nr:

Test Nr. 3

1. d d p d d d p p d p d d d d d p d d d p p d d d d d p d p d d p p d d d d p p d p d d p  
" ' ' "
2. p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d p d d p d p d d d d p d p d p d d d p d p d d  
" "
3. d d d d p p d p d p p p d d p d p d p d d p d p d d p p d d d d p d d p d p d d d d p d  
" "
4. d d p d d d p p d p d d d d d p d p d d d p p d d d d d p d p d d p p d d d d p p d p d d p  
" ' ' "
5. p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d p d d p d p d d d d p d p d p d d d p d p d d  
" "
6. d d d d p p d p d p p p d d p d p d p d d p d p d d p p d d d p d d p d p d d d d p d  
" "
7. d d p d d d p p d p d d d d d p d p d d d p p d d d d d p d p d d p p d d d d p p d p d d p  
" ' ' "

## Test d 2

Datum: \_\_\_\_\_ Nr.: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Beruf: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_

Beispiele:

Übungszeile:

|                  | RW | % | PR | SW |
|------------------|----|---|----|----|
| GZ               |    | — |    |    |
| F                |    |   |    | —  |
| GZ - F           |    | — |    |    |
| SB               |    | — |    | —  |
| Fehlerverteilung |    |   |    |    |

## Abkürzungsverzeichnis

|             |  |
|-------------|--|
| Abb. ....   | Abbildung  |
| Abs. ....   | Absatz   |
| AMD .....   | arterieller Mitteldruck  |
| ASA .....   | American Society of Anesthesiologists  |
| AWR .....   | Aufwachraum  |
| BMI .....   | Body-Mass-Index  |
| ca. ....    | circa  |
| cm.....     | centimeter   |
| CRT.....    | choice reaction time   |
| DGAI.....   | Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin e.V.                              |
| DIN.....    | Deutsche Industrienorm   |
| DLT .....   | Dichotic Listening Test  |
| DRG .....   | diagnosis-related groups   |
| DS.....     | Digit Span   |
| DSST.....   | Digit Symbol Substitution Test   |
| et al. .... | et alii (Maskulinum), et aliae (Femininum) oder et alia (Neutrum) – lateinisch: und andere |
| e. V. ....  | eingetragener Verein   |
| F .....     | Fehlerrohwerth   |
| Ggf. ....   | gegebenenfalls   |
| GZ .....    | Gesamtzeichen  |
| h.....      | Stunde(n)  |
| HALS .....  | Health and Lifestyle Survey  |
| HAM-A ..... | Hamilton Anxiety Rating Scale  |
| i.v. ....   | intravenös   |
| IQ .....    | Intelligenzquotient  |
| kg .....    | Kilogramm  |
| KG .....    | Körpergewicht  |
| KL .....    | Konzentrationsleistung   |
| mg .....    | Milligramm   |

|               |  |
|---------------|--|
| Min. ....     | Minute(n)                                |
| mm ....       | Millimeter                               |
| MW .....      | Mittelwert                               |
| µg .....      | Mikrogramm                               |
| n.....        | Anzahl                                   |
| NHS .....     | National Health Service                  |
| NIBP.....     | nichtinvasive Blutdruckmessung           |
| Nr. ....      | Nummer                                   |
| NSAR .....    | Nichtsteroidale Antirheumatika           |
| n.s. ....     | nicht signifikant                        |
| OP .....      | Operation                                |
| PADDs.....    | post-anesthetic discharge scoring system |
| POCD .....    | Postoperative kognitive Dysfunktion      |
| Post-op ..... | Postoperativ                             |
| Prä-op. ....  | Präoperativ                              |
| Prof. ....    | Professor                                |
| RR .....      | Riva Rocci                               |
| RT.....       | reaction time                            |
| SB.....       | Schwankungsbreite                        |
| SD.....       | Standardabweichung                       |
| SEM .....     | Standard error of mean / Standardfehler  |
| SGB .....     | Sozialgesetzbuch                         |
| SRT .....     | simple reaction time                     |
| STAI.....     | State-Trait Anxiety Inventory            |
| u.a. ....     | unter anderem; unter anderen             |
| UK.....       | United Kingdom - Vereinigte Königreich   |
| u.z. ....     | und zwar                                 |
| v.a. ....     | vor allem                                |
| VAS .....     | Visuelle-Analog-Skala                    |
| vs. ....      | versus                                   |
| w .....       | weiblich                                 |
| WHO .....     | World Health Organization                |

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät, keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

---

Datum

Unterschrift

Danika Städing (geb. Rimasch)

## **Danksagung**

Besonders danken möchte ich meinem Doktorvater Prof. Usichenko für die Vergabe des Themas und die ständige Hilfsbereitschaft und Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit, sowie die Motivation und Hilfe bei der Teilnahme am Kongress HAI in Berlin 2010 und dem universitätsinternem Ideenwettbewerb 2009.

Vielen Dank gilt auch Michael Boesche und Dragan Pavlovic für die tatkräftige Hilfe hinsichtlich der technischen Seite.

Herrn Prof. Wendt danke ich für intellektuelle Unterstützung und für die Möglichkeit meine Promotion an der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin durchzuführen.

Ich danke ebenfalls dem beteiligten medizinischen Personal der Kliniken für Anästhesiologie/Intensivmedizin und Frauenheilkunde des Universitätsklinikums Greifswald für die tatkräftige Unterstützung. Insbesondere seien hier erwähnt OA Dr. Hesse und die anästhesiologischen Schwestern im Aufwachraum und die Schwestern der Poliklinik für Gynäkologie.

Ein herzlicher Dank gilt meinem Ehemann, Nico Städing, der mich in familiärer Hinsicht motiviert und unterstützt hat.